

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LORENA CARLA GOMES VERNASCHI

LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS EM FUNÇÃO DA  
IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA  
LACTAÇÃO

CURITIBA  
2019

LORENA CARLA GOMES VERNASCHI

LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS EM FUNÇÃO DA  
IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA  
LACTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Laila Talarico Dias

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida  
Teixeira

CURITIBA  
2019

V529I	<p>Vernaschi, Lorena Carla Gomes</p> <p>Longevidade produtiva de vacas holandesas em função da idade ao primeiro parto e da produção de leite na primeira lactação / Lorena Carla Gomes Vernaschi. - Curitiba, 2019. 78 p.: il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.</p> <p>Orientadora: Laila Talarico Dias</p> <p>Coorientador: Rodrigo de Almeida Teixeira</p> <p>1. Análise de Sobrevivência. 2. Holandês (Bovino) - reprodução. 3. Gado Leiteiro. 4. Lactação. I. Dias, Laila Talarico. II. Teixeira, Rodrigo de Almeida. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.</p> <p>CDU 636.235</p>
-------	---

## TERMO DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOTECNIA -  
40001016062P0

### TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LORENA CARLA GOMES VERNASCHI** intitulada: **Longevidade produtiva de vacas holandesas em função da idade ao primeiro parto e da produção do leite na primeira lactação**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 22 de Fevereiro de 2019.

LAILA TALARICO DIAS

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

LENIRA EL FARO ZADRA

Avaliador Externo (IZ/APTA)

RODRIGO DE ALMEIDA

Avaliador Interno (UFPR)

*Dedico esse trabalho a minha família e aos meus amigos do Gama que me ajudaram a  
realizar o sonho de ser Mestre em Zootecnia*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente na minha vida, por sempre me dar força e coragem para enfrentar essa caminhada.

À Nossa Senhora de Fátima por estar sempre de mãos dadas comigo e por nunca ter me deixado desistir desse sonho.

À minha família por estar sempre do meu lado e por ter me motivado quando tudo parecia estar perdido, principalmente nos meus últimos meses de estudo. Mãe, obrigada pela paciência! Pai, obrigada pelos conselhos de final de semana e pelo apoio incondicional! Lanna, obrigada pela amizade e pelo carinho! Amo vocês!

À minha orientadora Professora Dra. Laila Talarico Dias por ser muito mais do que apenas uma orientadora. Obrigada por compartilhar seu conhecimento comigo, por me ajudar a enxergar os problemas e as soluções do meu projeto, e por me acolher nos momentos mais difíceis dessa jornada. Obrigada por ser minha amiga desde a graduação, isso fez a diferença!

Ao meu coorientador Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Teixeira pela paciência para esclarecer minhas várias dúvidas. Agradeço de coração por dividir seu tempo e o seu conhecimento gigante comigo. Tenho sorte em ter você, a Profa. Laila, a Beatriz e o Rafa em minha vida!

Aos membros da minha banca examinadora de defesa da dissertação de Mestrado. Obrigada Profa. Dra. Lenira El Faro por ter aceito o convite. Você que é uma das grandes pesquisadoras da área de Melhoramento de bovinos do Brasil, tenho orgulho de ter você como membro da minha banca de Mestrado!

Obrigada Prof. Dr. Rodrigo de Almeida por demonstrar sua paixão pelas vacas Holandesas em suas aulas de Bovinocultura de Leite na graduação. Foi nesse momento que escolhi minha linha de pesquisa. Obrigada por ter influenciado positivamente em minha decisão e por ter me ensinado o que eu sei sobre gado leiteiro!

À minha grande amiga Bárbara Mazetti Nascimento, por estar ao meu lado desde o início, pela sua amizade e parceria nos momentos de alegria e de tristeza. Obrigada por tudo e que nossa amizade perdure por muitos anos!

Aos meus amigos do grupo Gama: Gisele, Bruno, Fernanda, Amauri, Francisco, Claudia, Simone e Rodrigo vocês também fizeram parte dessa conquista. Obrigada por me ajudarem a construir esse sonho que não foi nada fácil. Desejo sucesso a todos nós!

A todos que estiveram presentes nesses últimos dois anos da minha vida. Vocês têm um lugarzinho no meu coração!

Obrigada!

*“Sabemos como é a vida: num dia dá tudo certo e no outro as coisas já não são tão perfeitas assim. Altos e baixos fazem parte da construção do nosso caráter. Afinal, cada momento, cada situação que enfrentamos em nossas trajetórias é um desafio, uma oportunidade única de aprender, de se tornar uma pessoa melhor. Só depende de nós, das nossas escolhas.”*

*Albert Einstein*



## RESUMO

O objetivo da dissertação de mestrado foi utilizar duas metodologias: estimador de Kaplan-Meier e Modelo de Regressão de Cox para avaliar a influência da idade ao primeiro parto e da produção de leite aos 305 dias na primeira lactação sobre a longevidade produtiva em vacas Holandesas no Estado do Paraná. No Capítulo intitulado: “Efeito da idade ao primeiro parto e da produção de leite na primeira lactação sobre a longevidade produtiva de vacas Holandesas”, o objetivo foi utilizar o estimador de Kaplan-Meier para avaliar a influência da produção de leite aos 305 dias (L305) e da idade ao primeiro parto (IPP) sobre a longevidade produtiva (LP). Para tanto, foi utilizado o estimador de Kaplan-Meier (KM) pelo procedimento LIFETEST do software SAS. A longevidade produtiva foi definida como dias de lactação entre o primeiro e o quarto parto de vacas Holandesas. As vacas de primeira cria com baixa produção de leite (menor que 6.392 kg de leite) apresentaram as menores probabilidades de sobrevivência e a menor média de longevidades produtivas ( $1.113,27 \pm 259,81$  dias). Já as fêmeas de alta produção de leite (L305 acima de 12.024 kg de leite) obtiveram a maior longevidade produtiva ( $1.225,33 \pm 261,81$ ), porém a partir de 1.000 dias de longevidade produtiva passaram a apresentar as menores probabilidades de sobrevivência. As vacas Holandesas que iniciaram a vida reprodutiva com mais de 21 meses de idade apresentaram as menores probabilidades de sobrevivência e a segunda menor média de longevidade produtiva ( $1.180,85 \pm 266,07$ ), mesmo produzindo grande volume de leite. Concluiu-se que, por meio do estimador de Kaplan-Meier, valores elevados de IPP (acima de 30 meses de idade) estão associados ao maior risco de descarte e vacas de baixa produção de leite podem ser descartadas devido ao descarte voluntário realizado nas propriedades leiteiras. No Capítulo intitulado “Risco de Descarte de vacas Holandesas no Estado do Paraná, em função da Idade ao Primeiro Parto e da Produção de Leite na primeira lactação”, o objetivo foi utilizar o Modelo de Regressão de Cox que permite avaliar, simultaneamente, a influência da Idade ao Primeiro Parto (IPP) e da Produção de Leite aos 305 dias (L305) na primeira lactação sobre a longevidade produtiva em vacas Holandesas do Estado do Paraná. Para tanto foi utilizado o procedimento PHREG do software SAS. O Risco de Descarte (RD) foi considerado como o risco da vaca ser descartada antes do terceiro parto. Observou-se que as vacas que iniciaram a vida produtiva tardiamente, isto é, que tiveram o primeiro parto com 39 meses de idade apresentaram o maior risco de descarte antes do terceiro parto e longevidade produtiva curta ( $1.180,85 \pm 266,07$  dias). As vacas Holandesas que produziram na primeira lactação entre 9.208 e 12.023 kg de leite apresentaram o menor risco de descarte (0,929) e longevidade produtiva média de  $1.210,29 \pm 251,08$  dias, ou seja, apresentaram 0,854 vezes mais chances em serem descartadas antes do terceiro parto, se comparadas com as de alta produção (L305 maior que 12.024 kg de leite). Notou-se que, novilhas expostas à reprodução aos 9 meses de idade foram descartadas precocemente e, consequentemente, não conseguiram expressar todo o potencial genético para a produção de leite. Concluiu-se que para diminuir o risco de descarte no primeiro parto é necessário que a fêmea inicie a vida reprodutiva com idade entre 11 e 17 meses, e com produção média de 10.000 kg de leite na primeira lactação.

Palavras-chave: Análise de Sobrevivência, Descarte Voluntário, Gado Leiteiro,  
Permanência no Rebanho

## ABSTRACT

The aim of this Master thesis was employed two methods: The Kaplan-Meier estimator and The Cox Regression Model to evaluate the influence of the age at first calving and the milk yield on 305 days of first lactation on productive longevity of Holstein cows localized at Paraná State. Chapter entitled "Effect of age at first calving and milk yield of first lactation on productive longevity of Holstein cows", the objective was used the Kaplan-Meier estimator to evaluate the influence of milk yield on 305 days (L305) and age at first calving (IPP) on productive longevity (LP). For this purpose, was applied the estimator Kaplan-Meier (KM) by procedure LIFETEST of software SAS. In this study was defined productive longevity as days of lactation between first and fourth calving. The low-yielding primiparous (less than 6.392 kg of milk) presented the lowest survival probabilities and also the lowest productive longevity ( $1.113,27 \pm 259.81$  days). However, the high-yielding primiparous (more than 12,024 kg of milk) showed the highest productive longevity ( $1.225,23 \pm 260.01$  days). Holstein cows that initiated reproductive life with more than 21 months of age reported the lowest survival probabilities and the second lower productive longevity ( $1.180,85 \pm 266.07$ ) even producing major volume of milk. Thus, through Kaplan-Meier estimator, high values of age at first calving (greater than 30 months of age) are associated with higher risk of culling, and low-yielding cows can be excluded from the herd because of voluntary culling adopted in farm. Chapter entitled "Culling risk of Holstein cows of Paraná State depending on age at first calving and milk yield on first lactation", the objective was utilized the Cox Regression Model to evaluate the influence of age at first calving and milk yield on 305 days at first lactation on productive longevity of Holstein cows localized in Paraná State. The procedure used was PHREG of software SAS. It was observed that cows initiate reproductive life earlier (First calving after 39 months of age) presented the highest risk of culling before the third calving and the short productive longevity ( $1.180,85 \pm 266,07$  days). Holsteins that produced at first lactation between 9.208 and 12.023 kg of milk presented the lowest risk of culling (0.929) and a productive longevity of  $1.210,29 \pm 251.08$ . In the other words, these cows reported 0.929 were more likely to be discarded before the third calving. Therefore, animals which are submitted earlier (less than 9 months of age) on reproductive life are prematurely culling. In conclusion, to decrease the risk of culling at first calving it is necessary that the female initiates the reproductive life between 11 and 17 month of age and with milk yield, in average, 10.000 kg of milk at first lactation.

Key-words: Dairy Cattle, Herd Life, Survival Analysis, Voluntary Culling.

## **LISTA DE FIGURAS**

### **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

FIGURA 1: ESTIMATIVA DO RISCO DE DESCARTE PARA A IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM VACAS HOLANDESAS CRIADAS NA REGIÃO DA TUNÍSIA .....	23
FIGURA 2: EXEMPLO DE TIPO UM ÚNICO DE CENSURA À DIREITA .....	28

### **CAPÍTULO 2 - EFEITO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO SOBRE A LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS**

FIGURA 1: PROBABILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA PARA A PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS EM VACAS HOLANDESAS PRIMÍPARAS DO ESTADO DO PARANÁ .....	45
FIGURA 2: PROBABILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA PARA VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ, EM FUNÇÃO DOS GRUPOS DE IDADE AO PRIMEIRO PARTO .....	48
FIGURA 3: TEMPO MEDIANO PARA AS VACAS HOLANDESAS CATEGORIZADAS CONFORME A IDADE AO PRIMEIRO PARTO .....	49

### **CAPÍTULO 3 - RISCO DE DESCARTE DE VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ, EM FUNÇÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO**

FIGURA 1: RISCO DE DESCARTE CONFORME O GRUPO DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ.....	63
FIGURA 2: RISCO DE DESCARTE ENTRE OS GRUPOS DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ .....	64
FIGURA 3: RISCO DE DESCARTE CONFORME A IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ.....	65
FIGURA 4: RISCO DE DESCARTE ENTRE OS GRUPOS DE IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ .	66

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

TABELA 1: COEFICIENTES DE HERDABILIDADE PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS DE ACORDO COM DIFERENTES AUTORES .....	25
TABELA 2: CORRELAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEM LONGEVIDADE E AS CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DE ACORDO COM DIFERENTES AUTORES .....	25

### **CAPÍTULO 2 - EFEITO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO SOBRE A LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS**

TABELA 1: ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO STATUS PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA PARA PROCEDER A ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA PARA AS VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ.....	42
TABELA 2: NÚMERO DE ANIMAIS, MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS NA PRIMEIRA LACTAÇÃO DE VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ.....	44
TABELA 3: NÚMERO DE ANIMAIS, MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO, PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO EM RELAÇÃO AOS GRUPOS DE VACAS HOLANDESAS QUE CHEGARAM AO TERCEIRO PARTO NO ESTADO DO PARANÁ .....	46

### **CAPÍTULO 3 - RISCO DE DESCARTE DE VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ, EM FUNÇÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO**

TABELA 1: ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO STATUS PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA PARA PROCEDER A ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA PARA AS VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ.....	58
TABELA 2: RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PELO PROCEDIMENTO PHREG PARA AS VARIÁVEIS CLASSE DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS, IDADE AO PRIMEIRO PARTO E REBANHO EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ .....	59
TABELA 3: RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PELO PROCEDIMENTO PHREG PARA AS VARIÁVEIS CLASSE DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS, CLASSE DE IDADE AO PRIMEIRO PARTO E REBANHO EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ.....	59

TABELA 4: NÚMERO DE ANIMAIS, FREQUÊNCIA DE ANIMAIS EM CADA GRUPO, MÉDIA $\pm$ DESVIOS-PADRÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO, E DA LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ, PARA CADA GRUPO UTILIZADO .....	60
TABELA 5: NÚMERO DE ANIMAIS, MÉDIA $\pm$ DESVIOS-PADRÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS, E MÉDIA DA LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ.....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS

CCS	–	Contagem de Células Somáticas
ClassIPP	–	Grupo de Idade ao Primeiro Parto
ClassL	–	Grupo de Produção de Leite aos 305 dias
DL	–	Duração de Lactação
FS	–	Função de Sobrevivência
IPP	–	Idade ao Primeiro Parto
KM	–	Estimador de Kaplan-Meier
L305	–	Produção de Leite aos 305 dias
LP	–	Longevidade Produtiva
LPI	–	Lifetime Performance Index
PG	–	Produção de Gordura
PL	–	Produção de Leite
PP	–	Produção de Proteína
RD	–	Risco de Descarte
T	–	Variáveis Aleatórias
TM	–	Tempo Mediano
TPI	–	Total Performance Index
TV	–	Tempo de Vida
VFR	–	Vida Funcional de Rebanho
VP	–	Vida Produtiva

## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT .....	11
LISTA DE FIGURAS .....	12
LISTA DE TABELAS .....	13
LISTA DE ABREVIATURAS.....	15
SUMÁRIO.....	16
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
INTRODUÇÃO .....	18
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	20
1.1. LONGEVIDADE PRODUTIVA .....	20
1.2. FATORES QUE INFLUENCIAM A LONGEVIDADE PRODUTIVA .....	21
1.3. SELEÇÃO PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA.....	24
1.4. ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA.....	27
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
CAPÍTULO 2 – EFEITO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO SOBRE A LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS.....	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT .....	40
1. INTRODUÇÃO .....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4. CONCLUSÕES .....	51
5. AGRADECIMENTOS .....	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
CAPÍTULO 3 – RISCO DE DESCARTE DE VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ, EM FUNÇÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PÁRTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO .....	54
RESUMO.....	54
ABSTRACT .....	55
1. INTRODUÇÃO.....	56
2. MATERIAL E METÓDOS .....	57



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
4. CONCLUSÃO .....	67
5. AGRADECIMENTOS .....	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
REFERÊNCIAS .....	72

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, a produtividade da pecuária leiteira não proporciona sustentabilidade econômica para a maioria dos produtores e dentre as maneiras de expandir essa atividade importante para o país está a utilização racional da seleção e dos sistemas de acasalamentos (VERNEQUE et al., 2016).

A seleção para aumentar o volume de leite produzido tem sido realizada há mais de 40 anos em diversos países, no entanto, esse processo tem resultado na diminuição da taxa de sobrevivência de vacas leiteiras (VanPELT; JONG; VEERKAMP, 2016). Trabalhos na literatura relatam que entre as principais consequências da seleção realizada para aumentar a produção de leite estão o aumento dos problemas de pernas e pés (PÉREZ-CABRAL; GARCÍA; GONZÁLEZ-ROCIO, 2006), na taxa de descarte voluntário e involuntário (MILLER et al., 2008) e da infertilidade (NORMAN et al., 2009), o que indiretamente tem afetado a vida produtiva e a permanência das vacas nos rebanhos.

O aumento da longevidade produtiva das vacas leiteiras poderá resultar em maior lucro das fazendas, em função da redução do custo com a reposição das vacas, aumento da média de produção leiteira do rebanho, multiplicação do número de animais com alta produção leiteira e incremento do descarte voluntário (Van PELT et al., 2015). Segundo Vargas et al. (2002), na Costa Rica, o aumento de 1% na longevidade resultou na adição de US\$1,35 a 6,20 vaca/ano no lucro absoluto da fazenda. Já a redução na taxa de descarte involuntário em 2,9%, além de ter aumentado a longevidade, proporcionou acréscimo de US\$22,00 vaca/ano na receita líquida (ROGERS et al., 1988). No Brasil, de acordo com Kern et al. (2016), o incremento da rentabilidade das propriedades está associado à redução do descarte involuntário causado por problemas reprodutivos e saúde do úbere, e com o aumento do descarte voluntário, principalmente pela baixa produção de leite.

Nos Estados Unidos e no Canadá, para incrementar o lucro das propriedades de bovinos leiteiros, além de selecionar para as características de produção e de qualidade, as relacionadas à saúde, fertilidade e longevidade passaram a ser levadas em consideração. Para tanto, desenvolveram índices de

seleção que englobam características de longevidade, o *Total Performance Index* (TPI) e o *Lifetime Performance Index* (LPI), respectivamente. De acordo com Lawlor (2017), o uso de características que refletem a longevidade nos índices de seleção é essencial, pois proporcionará maior retorno econômico a fazenda por meio da diminuição do descarte involuntário no rebanho.

No Brasil os programas de melhoramento de bovinos leiteiros utilizam, mais comumente, como critérios de seleção as características de produção e de conformação, por serem mais facilmente mensuradas e por apresentarem coeficientes de herdabilidade de magnitude de moderada a alta. Já a longevidade produtiva é pouco utilizada como critério de seleção pelos programas de melhoramento de gado leiteiro, pois a mensuração ocorre tardiamente e apresenta baixo coeficiente de herdabilidade. No entanto, identificar na primeira lactação os animais que apresentarão alta longevidade produtiva, por meio de características indicadoras, poderá aumentar o ganho genético da característica e, consequentemente, o lucro dos produtores.

Sendo assim, o objetivo desta dissertação de mestrado foi avaliar a influência da idade ao primeiro parto e da produção de leite aos 305 dias na primeira lactação sobre a longevidade produtiva em vacas Holandesas no Estado do Paraná.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A longevidade produtiva tem grande importância na pecuária leiteira, devido à sua relação com características de produção (produção de leite), reprodução (fertilidade) e lucratividade das propriedades (SEWALEM; MIGLIOR; KISTEMAKER, 2010). Portanto, quanto maior a produtividade e o tempo de permanência dos animais no rebanho, maior será a lucratividade da fazenda. Entretanto, a produtividade depende de fatores ambientais e genéticos, e o tempo de permanência da fêmea no rebanho é influenciado pelo descarte voluntário e involuntário.

### 1.1. LONGEVIDADE PRODUTIVA

Hudson e Van Vleck (1981) definiram longevidade como o tempo de permanência da vaca no rebanho, porém essa definição não permite identificar, necessariamente, as fêmeas mais eficientes do plantel e sim as mais velhas. Posteriormente, Ducrocq (1987) considerou a longevidade de duas formas, sendo: (1) Verdadeira: que reflete a habilidade da vaca em evitar ser descartada prematuramente (por exemplo, quando é descartada por baixa produção de leite) ou (2) Funcional: que se refere a habilidade da vaca em não ser descartada involuntariamente, por exemplo, por apresentar mastite.

De acordo com Vacek et al. (2006), as características indicadoras de longevidade podem ser divididas em duas categorias: em função do tempo e da capacidade de permanência no rebanho. A categoria Tempo de Permanência no Rebanho é subdividida em cinco classes: (1) Vida no rebanho (*Herd life*), definida como o intervalo entre o nascimento e o descarte do animal; (2) vida produtiva (*Productive life* ou *length of productive life*), que é o intervalo entre o primeiro parto e o descarte da vaca; (3) produção total de leite: definida como a soma da produção de leite de todas as lactações da vaca; (4) Número de dias em lactação e (5) Número de lactações. Já a categoria Capacidade de Permanência no Rebanho, por sua vez, é subdividida em três classes: (1) Habilidade de sobrevivência em idades determinadas, como 36 e 72 meses de idade; (2) Habilidade de sobrevivência após o primeiro parto e (3) Habilidade de sobrevivência em determinadas ordem de parto ou lactações.

Mais recentemente, Charfeddine e Pérez-Cabral (2017) definiram a longevidade como o tempo de vida produtiva da vaca, no qual são mensurados os dias entre o primeiro parto e o último dia de ordenha.

Mensurar a longevidade resultará em maior quantidade de informações sobre o desempenho da vaca no rebanho, além de adicionar informações importantes economicamente, como produção de leite, gordura e proteína, em programas de melhoramento genético leiteiro (KERN et al., 2016).

## 1.2. FATORES QUE INFLUENCIAM A LONGEVIDADE PRODUTIVA

De acordo com Weigel, Palmer e Caraviello (2003), o descarte involuntário, ou descarte por razão biológica, é aderido por motivos que independem da vontade do produtor, pois uma vaca produtiva e rentável é removida do rebanho por motivos de saúde, por exemplo. O descarte voluntário (descarte econômico) ocorre devido à baixa produção de leite, por exemplo. Porém, segundo Ducrocq et al. (1988), para que o descarte seja com base no nível produtivo do animal, é necessário diminuir as taxas do descarte involuntário, resultando em rebanhos com maior mérito produtivo.

Nos Estados Unidos, o principal motivo de descarte das vacas foi baixa produção de leite (6,8%), seguido dos problemas reprodutivos (5,4%) (NORMAN; WALTON, 2013). No Brasil, estudo realizado no Estado do Paraná, mostrou que o principal motivo de descarte voluntário (10,5%) também foi a baixa produção de leite, no entanto, existem outras razões como a baixa classificação para tipo, má conformação de úbere e pernas e pés, além da idade avançada dos animais, e como descarte involuntário (89,5%) foi devido a problemas reprodutivos, alta contagem de células somáticas (CCS) e entre outros (De PAULA, 2018).

Para vacas leiteiras, o ápice de produção de leite ocorre entre a terceira e quarta lactação, portanto, é nesse período que a fêmea proporciona maior lucratividade para a propriedade (JAIRATH et al., 1998). No entanto, nem sempre as fêmeas permanecem nos plantéis até essa idade, pois com o passar do tempo o desempenho das vacas no que se refere às características funcionais piora (WEBER et al., 2013) e, conseqüentemente, o animal acaba sendo descartado antes de atingir o ápice de produção (CLASEN et al., 2017). Ademais, segundo Galeazzi et al. (2010), embora o risco de descarte diminua a medida que a produção de leite

aumenta, outros fatores podem influenciar o risco relativo de descarte das vacas, como a duração da lactação e problemas reprodutivos.

Segundo Páchová, Zavadilová e Sölkner (2005), vacas com baixa produção de leite apresentam cinco vezes mais risco de descarte do que as de média produção. Resultados semelhantes foram relatados por Maturana, Ugarte e González-Recio (2007) que identificaram que vacas com baixa produção de leite/lactação (<6.500kg) apresentaram 0,63 mais chance de serem descartadas do que as de alta produção (>9.000kg).

Haworth et al. (2013) relataram que, vacas leiteiras que no primeiro parto produziam de 26 a 30 litros de leite/dia, em média, apresentaram 29 dias a mais de longevidade produtiva (1.773 dias) do que aquelas que apresentaram produção menor do que 15 litros de leite/dia em média (1.744 dias). Os autores concluíram que, as vacas que mais permanecem no rebanho, expressam melhor o potencial genético para a produção de leite e acabam sendo selecionadas como matrizes na propriedade.

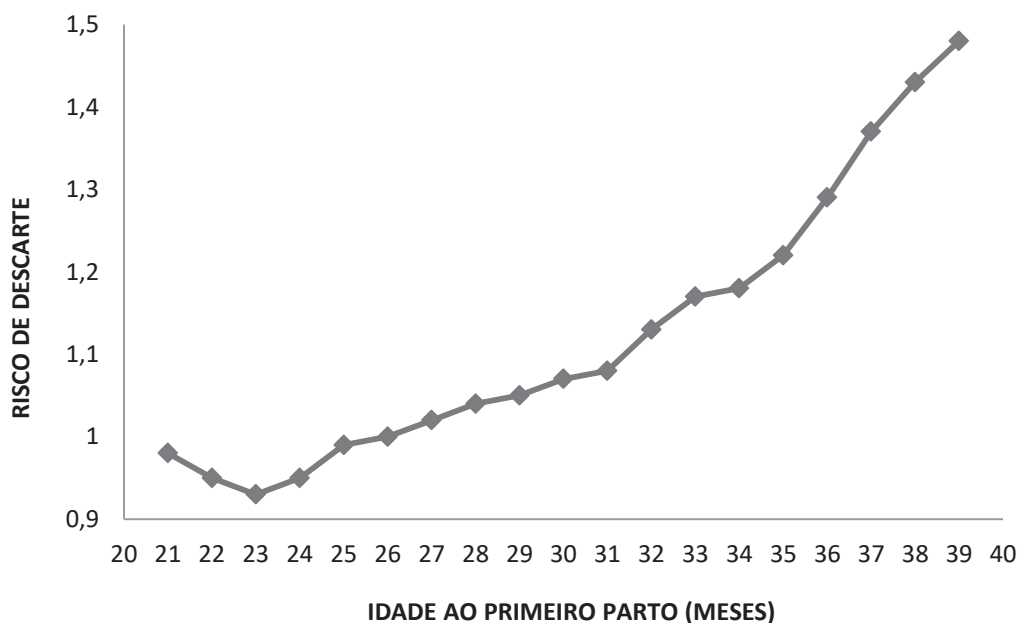
Em relação ao estágio de lactação e a ordem de parto, Terawaki, Katsumi e Ducrocq (2006), relataram que o descarte no início das lactações ocorre devido a produções de leite muito abaixo da média do rebanho, graves problemas de saúde, locomoção ou mastite; já o descarte no final da lactação ocorre em função da baixa rentabilidade do animal no rebanho, devido a falhas reprodutivas. Além disso, Mészáros, Wolf e Kadlecík (2008) observaram que o maior risco de descarte ocorre no início da lactação e o menor risco conforme aumenta a ordem de parto. No entanto, mais recentemente, Kern et al. (2016) relataram que o risco de descarte aumenta com o passar das lactações, sendo que, o maior risco de descarte é perceptível ao final de cada lactação. De acordo com Samoré et al. (2003), o risco de descarte em primíparas varia de 0,63 a 2,47 e em multíparas de 0,45 a 1,56, indicando que a probabilidade de serem descartadas diminui conforme a ordem de parto e que no pico de lactação, as vacas de diferentes lactações, apresentam o mesmo risco de serem descartadas.

Quanto à idade ao primeiro parto (IPP), segundo Wathes et al. (2008), vacas que iniciam a vida produtiva antes de 23 meses de idade têm tanto a produção quanto a composição do leite na primeira lactação comprometidas, em relação ao volume e qualidade de leite produzido, e isso deve-se ao desenvolvimento parcial do tecido da glândula mamária (SERJSEN, 2005). Segundo Cooke et al. (2013), o

primeiro parto deve ocorrer entre 23 a 25 meses de idade, pois a vaca permanecerá no rebanho até 4 a 5 anos de idade, período no qual proporciona ao produtor maior retorno econômico (HAWORTH et al., 2013). As vacas que tiveram o primeiro parto aos 20 meses de idade apresentaram risco de descarte igual a 0,73, já aquelas com 42 meses de idade apresentaram risco de descarte igual a 1,39, ou seja, as que iniciaram a vida produtiva com 3,5 anos tiveram o dobro de risco de serem descartadas quando comparadas as de 20 meses de idade (SAMORÉ et al., 2003). Além disso, iniciar a vida reprodutiva após 25 meses de idade aumenta significativamente o risco de descarte durante a primeira lactação (SHERWIN et al., 2016). Archer et al. (2013) concluíram que, reduzir a IPP de 27 para 24 meses de idade diminui em 10% o risco de descartar a vaca do rebanho durante a primeira lactação.

A Figura 1 ilustra a variação do risco de descarte conforme a idade ao primeiro parto em vacas da raça Holandesa na Tunísia (M'HAMDI et al., 2010).

FIGURA 1: ESTIMATIVA DO RISCO DE DESCARTE PARA A IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM VACAS HOLANDESAS CRIADAS NA REGIÃO DA TUNÍSIA



FONTE: Adaptado de Naceur M'hamdi et al. (2010)

Observa-se pela Figura 1 que vacas que pariram pela primeira vez aos 39 meses de idade apresentaram o maior risco de serem descartadas do que as vacas

com 23 meses de idade (M'HAMDI et al., 2010). Segundo os autores, o maior risco de descarte pode estar associado a problemas reprodutivos.

Além da idade ao primeiro parto, outros fatores como facilidade ao parto (SEWALEM et al., 2008), velocidade e temperamento à ordenha (SEWALEM; MIGLIOR; KISTEMAKER, 2010), afetam a permanência da vaca no rebanho. O desempenho reprodutivo também é considerado um importante fator que influencia afeta a lucratividade na propriedade leiteira. De acordo com Sewalem et al. (2008), problemas reprodutivos podem produzir intervalos entre partos mais longos e aumentar a taxa de descarte involuntário, resultando em perda na produção de leite e em partos por ano.

Outro fator relevante em relação à permanência da vaca no rebanho é a mastite, doença mais frequente e responsável pelo maior custo em rebanhos leiteiros (SAMORÉ et al., 2010). A incidência de mastite define a saúde do úbere e é considerado um importante fator para decisões de descarte (NEERHOF et al., 2000). Mrode, Swanson e Lindberg (2000) estimaram correlação genética negativa (-0,32) entre contagem de células somáticas (CCS) e permanência no rebanho, indicando que alta CCS está associada a redução de longevidade, sendo assim, altas taxas de descarte estão associadas a alta CCS.

De acordo com Maturana et al. (2007), partos distócicos reduzem a vida produtiva em até 10% em vacas Holandesas. Além disso, as vacas que necessitaram de intervenção cirúrgica ou que apresentaram problemas no momento do parto, o risco de descarte foi de 1,92 e 1,27, respectivamente (SEWALEM et al., 2008), ou seja, quase o dobro do risco de serem descartadas se comparadas às fêmeas que não precisaram de intervenção cirúrgica no parto.

### 1.3. SELEÇÃO PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA

Os coeficientes de herdabilidade para a longevidade produtiva, em geral, apresentam baixa magnitude provavelmente em função da multiplicidade de fatores que influenciam essa característica. Dessa forma, o progresso genético obtido por meio da seleção direta seria pequeno e lento, o que justifica utilizar a seleção indireta.

A seleção para longevidade é complexa, por ser uma característica de mensuração tardia uma vez que é necessário esperar até o final da vida produtiva



do animal para obter a informação, e por apresentar herdabilidade de baixa magnitude (Tabela 1).

TABELA 1: COEFICIENTES DE HERDABILIDADE PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS DE ACORDO COM DIFERENTES AUTORES

<b>Autores (Ano)</b>	<b>País</b>	<b>Nº de animais</b>	<b>Herdabilidade</b>
Pritchard et al. (2012)	Reino Unido	75.137	0,05
Zavadilová e Stipková (2012)	Republica Tcheca	57.803	0,03 - 0,05
Kern et al. (2016)	Brasil	132.922	0,07 - 0,08
Najafabadi et al. (2016)	Irã	50.090	0,07
Clasen et al. (2017)	Dinamarca	73.741	0,02 - 0,09

Pela Tabela 1 é possível observar que os coeficientes de herdabilidade para longevidade produtiva é de baixa magnitude, indicando que a característica é muito influenciada por fatores ambientais.

Devido às herdabilidades de baixa magnitude, justifica-se o uso da seleção indireta para longevidade produtiva, normalmente realizada por meio da produção de leite e das características de tipo, em função das correlações genéticas favoráveis entre tais características (CLASEN et al., 2017).

As características de produção são fortemente relacionadas a longevidade produtiva, devido a influência direta sob as decisões de descarte voluntário no rebanho (WEIGEL et al., 1998).

A Tabela 2 apresenta as estimativas de correlação genética entre características que definem a longevidade e as de produção em vacas da raça Holandesa em diferentes países.

TABELA 2: CORRELAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEM LONGEVIDADE E AS CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DE ACORDO COM DIFERENTES AUTORES

<b>Autores</b>	<b>País</b>	<b>Características de Longevidade</b>	<b>Correlação Genética</b>		
			<b>PL</b>	<b>PP</b>	<b>PG</b>
Cruickshank et al. (2002)	EUA	VFR	0,23	0,30	0,26
Tsuruta, Misztal e Lawlor (2004)	EUA	VP	-0,06	-0,04	-0,01
Samoré et al. (2010)	ITA	VFR	-0,13	-0,09	NA
Pritchard et al. (2012)	UK	TV	-0,03	0,22	-0,17
Stefani et al. (2018)	BRA	STAY60	-0,25	NA	NA

EUA = Estados Unidos; ITA = Itália; UK = Reino Unido; VFR = Vida funcional do rebanho; VP = Vida Produtiva; TV = Tempo de vida; STAY60 = Permanência no rebanho até 60 meses de idade; PL = Produção de leite; PP = Produção de proteína; PG = Produção de gordura; NA = Não foi avaliado.

Pela Tabela 2 pode-se notar que os valores de correlação genética variaram conforme definição utilizada para a característica de longevidade. Tsuruta, Misztal e Lawlor (2004) e Pritchard et al. (2012), estimaram correlação genética para vacas Holandesas, entre produção de leite e longevidade baixa próxima da nulidade, indicando que, geralmente, em rebanhos leiteiros vacas com alta produção obtiveram menor vida produtiva, do que aquelas que produzem menos leite, provavelmente devidos a problemas reprodutivos. Segundo Samoré et al. (2010) para vacas da raça Pardo Suíço, as características de produção apresentaram correlação genética negativa com longevidade, podem sugerir que o estresse da alta produção de leite, gordura ou proteína pode reduzir a habilidade dos animais em permanecerem no rebanho. Em trabalho realizado no Brasil, Stefani et al. (2018) estimaram a correlação genética negativa, moderada e desfavorável entre a produção de leite aos 305 dias e a longevidade. Segundo os autores, esse resultado sugere que a alta produção de leite aumenta a chance da vaca em ser descartada precocemente do rebanho.

Ainda na Tabela 2, Cruickshank et al. (2002), para vacas da raça Guernsey, estimaram valores de correlação genética favoráveis e positivas entre a produção de leite e a longevidade produtiva. De acordo com os autores, a realização de descarte voluntário baseado na produção de leite e a seleção para aumentar a produção de leite resultaram em vacas longevas. Portanto, o resultado da seleção indireta poderá variar conforme os sistemas de produção e os objetivos de seleção preconizados no programa de melhoramento (SASAKI, 2013). Em outras palavras, independentemente da definição utilizada para longevidade, esta característica é influenciada por fatores ambientais e, portanto, a seleção direta proporcionará ganho genético lento na população (KERN et al., 2013).

Vale ressaltar que, além da diferença entre as definições assumidas pelos autores, a metodologia utilizada para estimar os parâmetros genéticos também pode influenciar os resultados obtidos. Uma das metodologias mais utilizadas para características binárias (zero = não apresentou o problema e um = apresentou o problema) é por meio da Análise de Sobrevivência que permite estimar a probabilidade de sobrevivência ou o risco de descarte do animal, com influência de diferentes fatores ambientais, dependendo da metodologia usada.

#### 1.4. ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA

A análise de sobrevivência é uma metodologia estatística utilizada para estudar o tempo e a ocorrência de um evento, definido como uma mudança qualitativa (transição de um estado para o outro) que pode ser situado no tempo. A análise de sobrevivência tem como objetivo estudar variáveis aleatórias (T), para determinar o intervalo de tempo entre o ponto de origem e o final, da ocorrência de uma característica de interesse e/ou falha da mesma (DUCROCQ, 1997).

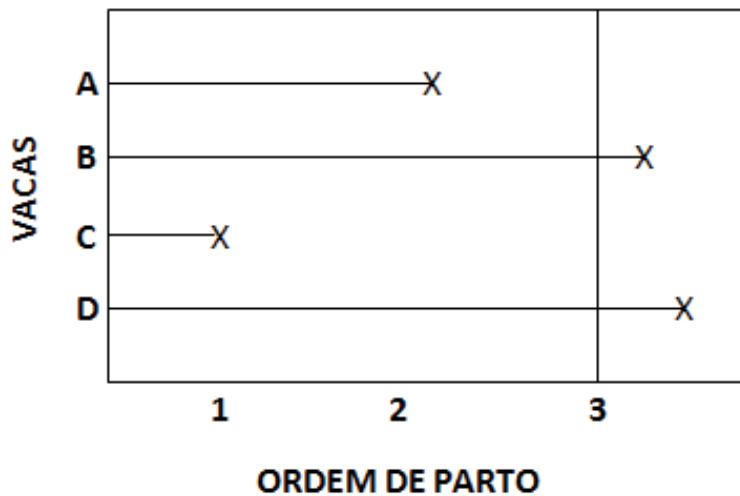
Esse tipo de análise pode ser utilizado para analisar características longitudinais, isto é, que se repetem ao longo da vida dos animais (denominados evento). Para tanto, utilizam-se censuras que consistem na observação parcial da resposta, que foi interrompida por alguma razão, não permitindo a observação completa da variável estudada (LARROQUE; DUCROCQ, 2001).

A censura pode ser classificada de três maneiras: (1) à direita, quando a unidade está em observação e, em algum momento as informações tornam-se inacessíveis após o tempo do estudo, ou quando a ocorrência do evento de interesse está à direita do tempo registrado, (2) à esquerda, quando uma unidade é adicionada ao grupo que está sendo analisado, ou quando o tempo registrado é maior do que o tempo de falha, ou seja, o evento de interesse já aconteceu quando o animal foi observado e (3) pausas (intervalo), quando há no banco de dados os dois tipos de censura, mencionadas anteriormente. Pode-se dizer também que a censura intervalo ocorre quando a informação aparece em diferentes períodos, e não tem como definir o exato momento de ocorrência do evento analisado.

A censura à direita pode ser dividida em três tipos (ALLISON, 2010):

(1) Tipo um único – ocorre quando o tempo de censura é fixo e todas as observações apresentam o mesmo tempo de censura (Figura 2).

FIGURA 2: EXEMPLO DE TIPO UM ÚNICO DE CENSURA À DIREITA



FONTE: Adaptado de Allison (2010).

No exemplo apresentado na Figura 2, o tempo de censura é o terceiro parto, em que no eixo X está o tempo (três ordens de parto) e no Y os animais avaliados e a letra “x” representa o momento de descarte de cada animal. Assim, pode-se observar que as vacas A e C foram descartadas antes do tempo de censura e, as vacas B e C permaneceram no rebanho, além do terceiro parto.

(2) Tipo dois único – ocorre quando o estudo termina antes do número de eventos. Por exemplo, um pesquisador começa o experimento com 100 ratos de laboratório, porém, no decorrer da pesquisa ele decide parar o experimento faltando 50 animais, pois ele já tem dados suficientes para finalizar o estudo.

(3) Censura aleatória – ocorre quando as informações terminam sem o controle do pesquisador.

Os modelos de sobrevivência permitem a adição de variáveis dependentes no tempo que afetam a vida produtiva do animal, como práticas de manejo, que possibilitam uma descrição precisa dos efeitos ambientais que influenciam a vida produtiva ou que modelam os dados de longevidade para uma distribuição não linear (DUCROCQ, 2005).

A função de sobrevivência (FS) pode ser definida como:

$$S(t) = Pr\{T > t\} = 1 - F(t)$$

Em que:

$S(t)$  = probabilidade de ocorrer o  $t$  (evento), e o  $S$  será entre 0 e 1; o  $T$  não pode ser negativo, assim  $S(0) = 1$ . E conforme o  $t$  aumenta, o  $S$  também aumenta.

A FS é definida como a probabilidade de uma observação não falhar até o tempo  $t$ . Por exemplo, a probabilidade da vaca viver até o terceiro parto (tempo =  $t$ ) (COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Já a função de risco  $\lambda(t)$  representa a taxa de falha instantânea, ou descarte da vaca, no tempo  $t$ , dado que o descarte não ocorreu até o tempo  $t$ . Assim, considerando que a vaca permaneceu no rebanho até o tempo  $t$  a função de risco fornece a taxa de risco de descarte para o próximo instante.

Essa função pode ser definida como:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t}$$

Em que:

$t$  = variável de tempo;

$t + \Delta t$  = intervalo da variável tempo;

$T$  = tempo de falha.

Os modelos de sobrevivência são delineados com base em dois componentes: (1) um aleatório (função de risco base); e (2) determinístico (variáveis explanatórias e vetor de regressão), sob o ponto de vista paramétrico. Assim, o componente aleatório é demonstrado por uma distribuição de probabilidade relacionada ao comportamento do tempo de sobrevivência, e o comportamento determinístico é representado pela relação entre os parâmetros da distribuição e as covariáveis do estudo (CAETANO, 2011).

O modelo de sobrevivência pode ser descrito como:

$$\lambda(t; x) = \lambda_0(t) \exp\{x' \beta\}$$

Em que:

$\lambda(t; x)$  = função de risco de falha (descarte da vaca);

$\beta$  = coeficiente de regressão;

$\lambda_0(t)$  = taxa de risco base;

$\exp\{x' \beta\}$  = componente paramétrico.

Os modelos de sobrevivência podem ser: (1) Modelos lineares, porém nem sempre são eficazes, pois não representam a realidade das características que definem longevidade; (2) Modelos de parcela de risco (Modelos simples de regressão), que é o mais indicado para análises de sobrevivência, pois considera efeitos aleatórios e o efeito de censura é específico para cada animal avaliado e utiliza distribuição exponencial ou de Weibull. A distribuição exponencial apresenta um único parâmetro e uma função de taxa de falha constante (COX; SNELL, 1981). Já a distribuição Weibull apresenta uma função de taxa de falha monótona, ou seja, pode ser crescente, decrescente ou constante (WEIBULL, 1951); (3) Estimção não paramétrica, que usa o estimador Kaplan-Meier para identificar a distribuição dos dados analisados; (4) Modelos de regressão para sobrevivência que considera os efeitos fixos que influenciam a falha, sendo a mais utilizada para análises de sobrevivência e é baseada no conceito dos modelos de riscos proporcionais proposto por Cox (1972).

Uma das formas para identificar a densidade  $f(t)$  adequada de uma variável aleatória é aferir a função de distribuição cumulativa empírica e contrapor a sua forma com outras distribuições paramétricas (CAETANO, 2011). A função de sobrevivência empírica é calculada utilizando a fórmula do estimador Kaplan-Meier apresentada a seguir (KAPLAN e MEIER, 1958):

$$\hat{S}(t) = \prod_{j:t_j \leq t} \left(1 - \frac{d_j}{n_j}\right)$$

Em que:

$\hat{S}(t)$  = a probabilidade da vaca chegar ao terceiro parto;

$t_j$  = ordena os animais em função da falha;

$n_j$  = animais que poderiam ter falhado antes do terceiro parto;

$d_j$  = número exato dos animais que não chegaram ao terceiro parto (falharam).

O estimador de Kaplan-Meier (KM), ou estimador limite-produto, tem como funções: identificar a probabilidade de uma variável de tempo pertencente ou não a um único grupo paramétrico (CAETANO, 2011), e se a função de sobrevivência segue uma distribuição paramétrica específica (MRODE, 2014). Além disso, o KM apresenta as seguintes características: (1) não-viciado para amostras grandes; (2)

fracamente consistente, pois considera apenas uma variável explanatória no modelo matemático; (3) converge assintoticamente para um processo gaussiano e (4) é o estimador de máxima verossimilhança de  $S(t)$ , explicando da melhor maneira o comportamento da amostra estudada (COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Quando é preciso avaliar a influência de covariáveis sobre a variável estudada, a análise de sobrevivência é realizada por meio do Modelo de Regressão de Cox (COX, 1972), que permite a análise de dados provenientes de estudos de tempo de vida em que a resposta é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse, ajustado para as covariáveis. O modelo de Cox possibilita a obtenção da estimativa dos coeficientes de regressão  $\beta$  e de  $\lambda_0(t)$ , auxiliando na estimação da função de risco de falha.

Para trabalhos sobre longevidade utiliza-se, em geral, mais de uma covariável, para tanto, o Modelo de Cox pode ser representado por:

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) g(x'\beta)$$

Em que:

$x$  = covariáveis estudadas;

$g$  = função não negativa, que pode ser descrita como:

$$g(x'\beta) = \exp\{x'\beta\} = \exp\{\beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p\}$$

Em que:

$\beta$  = vetor de parâmetros associado às covariáveis;

$x_1 \dots x_p$  = covariáveis estudadas.

Este modelo é denominado Modelo de riscos proporcionais, pois a razão das taxas de falha de dois indivíduos diferentes é constante no tempo. Dessa forma, a equação pode ser descrita como:

$$\frac{\lambda_A(t)}{\lambda_B(t)} = \frac{\lambda(t; x_A)}{\lambda(t; x_B)} = \frac{\lambda_0(t) \exp\{x_A'\beta\}}{\lambda_0(t) \exp\{x_B'\beta\}} = \exp\{(x_A - x_B)'\beta\}$$

Por exemplo, supondo-se que a constante  $\lambda_A(t) / \lambda_B(t) = 3$ , significa que o animal A terá três vezes mais chances de ser descartado do que o animal B. Assim,

esse modelo costuma ser usado para estimar o risco de um indivíduo ser descartado considerando uma ou mais variáveis explanatórias (KERN, 2017). De acordo com Schneider et al. (2003), o risco de descarte (RD), calculado através dos modelos de riscos proporcionais, é definido como a razão entre a estimativa de risco do animal ser descartado sobre a influência de determinados fatores ambientais ou genéticos. Quando o RD é maior que um ( $RD > 1$ ) é um indicativo de que há grande risco de descarte associado com um fator ambiental, já se o RD for menor que uma unidade ( $RD < 1$ ) o risco de descarte é pequeno (SEWALEM et al., 2005). Segundo Colosimo e Giolo (2006), o Modelo de Cox é frequentemente utilizado por considerar a presença de componentes não-paramétricos, o que o torna bastante flexível.

Com o auxílio do Modelo de Regressão de Cox, o risco de descarte de vacas Holandesas na primeira lactação poderá ser estimado mais precisamente, o que auxiliará a identificar as principais variáveis que podem influenciar a longevidade produtiva dos animais e fornecerá ao produtor informações zootécnicas essenciais, como idade ideal para a vaca iniciar a vida reprodutiva sem afetar seu desempenho produtivo e reprodutivo, e evitará o uso excessivo do descarte voluntário dentro da propriedade, por baixa produção de leite.



## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, P.D. **Survival Analysis using SAS: A practical guide**. 2.ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2010.

ARCHER, S.C.; McCOY, F.; WAPENAAR, W.; GREEN, M.J. Association between somatic cell count early in the first lactation and the longevity of Irish dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2013, v.96, p.2939-2950.

CAETANO, S.L. **Estudo da idade da vaca ao último parto para avaliar longevidade em rebanhos da raça Nelore por análise de sobrevivência**. 2011. 111f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2011.

CHARFEDDINE, N.; PÉREZ-CABRAL, M.A. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.653-665, 2017.

CLASEN, J.B.; NORBERG, E.; MADSEN, P.; PEDERSEN, J.; KARGO, M. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.6337-6342, 2017.

COLOSIMO, E.A.; GIOLO, S.R. **Análise de Sobrevivência Aplicada**. 1ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

COOKE, J.; CHENG Z.; BOURNE, N.; WATHES, D. Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. **Journal of Animal Science**. 2013, v. 3, p.1–12.

COX, D. R. Regression Models and Life Tables (with Discussion). **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B v.34, p.187-220, 1972.

COX, D.R.; SNELL, E.J. **Applied Statistics**. Science Paperbacks. Chapman and Hall, London. 1981.

CRUICKSHANK, J.; WEIGEL, K.A.; DENTINE, M.R.; KIRPATRICK, B.W. Indirect prediction of Herd Life in Guernsey dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.85, p.1307-1313, 2002.

De PAULA, S. **Longevidade e descarte de vacas leiteiras em rebanhos de Arapoti, Paraná**. 2018. 56f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2018.

DUCROCQ, V. **An analysis of length of productive life in dairy cattle**. Dissertation. Cornell University, Ithaca, New York, USA, 1987.

DUCROCQ, V.; QUAAS, R. L.; POLLAK, E. J.; CASELLA, G. Length of productive life of dairy cows. I. Justification of a Weibull model. **Journal Dairy Science**, v.71,n.11, p.3061-3070, 1988.

DUCROCQ, V. Survival analysis, a statistical tool for longevity data. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 48, 1997, Vienna, Austria. **Proceedings...** Vienna, Austria: [s.n], 1997.

DUCROCQ,V. An improved model for the French genetic evaluation of dairy bulls on length of productive life of their daughters. **Animal**. 2005, v.3, p. 249-256.

GALEAZZI, P.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, J.A.I.I.V.; ASPILCUETA-BORQUIS, R.R.; CAMARGO, G.M.F.; TONHATI, H. Genetic parameters for stayability in Murrah buffaloes. **Journal of Dairy Research**. 2010, v.77, p.252-256.

HAWORTH, G.M.; TRANTER, W.P.; CHUCK, J.N.; CHENG, Z.; WATHES, D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. **The Veterinary Record**. 2013, v. 162, p.643-647.

HUDSON, G. F. S.; VAN VLECK, L. D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**. 1981, v. 64, p. 2246-2250.

JAIRATH, L.; DEKKERS, J.C.M.; SCHAEFFER, L.R.; LIU, Z.; BURNSIDE, E.B.; KOLSTAD, B. Genetic evaluation for herd life in Canada. **Journal of Dairy Science**. 1998, v.81, p.550-562.

KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observation. **Journal of the American Statistical Association**. 1958, v.53, n. 282, p.457-481.

KERN, E.L.; COBUCCI, J.A.; COSTA, C.N.; NETO, J.B.; PICCOLI, M.L. Parâmetros genéticos para diferentes medidas de longevidade em vacas da raça holandesa, utilizando modelos linear e limiar. In: X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 2013, Uberaba. **Anais...** 2013.

KERN, E.L.; COBUCCI, J.A.; COSTA, C.N.; DUCROCQ, V. Survival analysis of productive life in Brazilian Holstein using a piecewise Weibull proportional hazard model. **Livestock Science**. 2016. v.185, p. 89-96.

KERN, E.L. **Avaliação genética da longevidade em vacas da raça Holandesa usando um modelo de riscos proporcionais Weibull**. 2017. 154f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2017.

LARROQUE, H.; DUCROCQ, V. Relationship between type and longevity in the Holstein breed. **Génétique, sélection, évolution**. 2001, v.33, p. 39-59.

LAWLOR, T. Total Performance Index (TPI): Keeping up with changing times. **Focus on Genetic**. 2017. Disponível em: <http://www.holsteinusa.com/pdf/>

genomic\_ref\_info/Total\_Performance\_Index\_TPI\_Keeping\_Up\_with\_the\_Changing\_Times.pdf. Acesso: 18 janeiro 2019.

M'HAMDI, N.; ALOULOU, R.; BOUALLEGUE, M.; BRAR, S.K.; HAMOUDA, M.B. Study on functional longevity of Tunisian Holstein dairy cattle using a Weibull proportional hazard model. **Livestock Science**. 2010, v.132, p.173-176.

MATURANA, E.L.; UGARTE, E.; GONZÁLEZ-RECIO, O. Impact of calving ease on functional longevity and herd amortization costs in Basque Holsteins using survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2007, v.90, p.4451-4457.

MÉSZÁROS, G.; WOLF, J.; KADLECÍK, O.; Factors affecting the functional length productive life in Slovak Pinzgau cows. **Czech Journal of Animal Science**. 2008, v.55, p.91-97.

MILLER, R.H.; KUHN, M.T.; NORMAN, H.D.; WRIGHT, J.R. Death losses for lactation cows in herds enrolled in dairy herd improvement test plans. **Journal of Dairy Science**. 2008. v.91, p.3710-3715.

MRODE, R.A.; SWANSON, G.J.T; LINDBERG, C.M. Genetic correlations of somatic cell count and conformation traits with herd life in dairy breeds, with an application to national genetic evaluations for herd life in the United Kingdom. **Livestock Production Science**. 2000, v. 65, p. 113–130.

MODRE, R.A. Survival Analysis. In: MODRE, R.A. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 3 ed. London: British Library, 2014. p 240-250.

NAJAFABADI, H.A.; MAHYARI, S.A.; EDRISS, M.A.; STRAPAKOVA, E. Genetic analysis of productive life length in Holstein dairy cows using Weibull proportional risk model. **Archives Animal Breeding**. 2016, v.59, p.387-393.

NEERHOF, H.J.; MADSEN, P.; DUCROCQ, V.P.; VOLLEMA, A.R.; JENSEN, J.; KORSGAARD, I.R. Relationship between mastitis and functional longevity in Danish Black and White dairy cattle estimated using survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2000, v.83, p.1064-1071.

NORMAN, H.D.; WRIGHT, J.R.; HUBBARD, S.M.; MILLER, R.H.; HUTCHLSON, J.L. Reproductive status of Holstein and jersey cows in United States. **Journal of Dairy Science**. 2009. v.93, p.2250-2261.

NORMAN, H.D.; WALTON, L.M. Reasons that cows in dairy herd improvement programs exit the milking herd. 2013. Disponível em: <https://www.cdcb.us/publish/dhi/current/cullall.html>. Acessado em Abril de 2018.

PÁCHOVÁ, E.; ZAVADILOVÁ, L.; SOLKNER, J. Genetic evaluation of the length of productive life in Holstein cattle in the Czech Republic. **Czech Journal Animal Science**. 2005, v.50, p.493-498.

PÉREZ-CABAL, M.A.; GARCÍA, C.; GONZÁLEZ-RECIO, O. Genetic and phenotypic relationships among locomotion type traits, production, longevity, and fertility in Spanish dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2006. v.89, p.1776-1783.

PRITCHARD, T.; COFFEY, M.; MRODE, R.; WALL, E. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. **The Animal Consortium**. 2012, v. 7, p.34-46.

ROGERS, G.W.; McDANIEL, B.T.; DENTINE, M.R.; JOHNSON, L.P. Relationships among survival rates, predicted differences for yield, and linear type traits. **Journal of Dairy Science**. 1988, v.71, p.214-222.

SAMORÉ, A.B.; SCHNEIDER, M.P.; CANAVESI, F.; BAGNATO, A.; GROEN, A.F. Relationship between somatic cell count and functional longevity assessed using survival analysis in Italian Holstein-Friesian cows. **Livestock Production Science**. 2003, v.80, p.221-220.

SAMORÉ, A.B.; RIZZI, R.; ROSSONI, A.; BAGNATO, A. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. **Italian Journal of Animal Science**. 2010, v.9, p.145-152.

SASAKI, O. Estimation of genetic parameters for longevity traits in dairy cattle: A review with focus on the characteristics of analytical models. **Animal Science Journal**. 2013, v. 84, n. 6 p. 449-460.

SCHNEIDER, M. P.; DURR, J.W.; CUE, R.I.; MONARDES, H.G. Impact of type traits on functional herd life of Quebec Holstein assessed by survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2003, v.86, p.4083-4089.

SERJSEN, K. 2005. Mammary Development. *In* Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving (ed. PC Garnsworthy), pp. 237–251. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

SEWALEM, A.; KISTEMAKER, G.J.; DUCROCQ, V.; VanDOORMAAL, B.J. Genetic analysis of herd life in Canadian dairy cattle on a lactation basis using a Weibull proportional hazards model. **Journal Dairy Science**. 2005, v.88, p.368-375.

SEWALEM, A.; MIGLIOR, F.; KISTEMAKER, G.J.; SULLIVAN, P.; DOORMAAL, B.J. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 2008, v.91, p.1660-1668.

SEWALEM, A.; MIGLIOR, F.; KISTEMAKER, G.J. Analysis of the relationship between workability traits and functional longevity in Canadian dairy breeds. **Journal of Dairy Science**. 2010, v.93, p.4359-4365.

SHERWIN, V.E.; HUDSON, C.D.; HENDERSON, A.; GREEN, M.J. The association between age at first calving and survival of first lactation heifers within dairy herds. **The Animal Consortium**. 2016, v. 10, p. 1877-1882.

STEFANI, G.; EI FARO, L.; SANTANA JÚNIOR, M.L.; TONHATI, H. Association of longevity with type traits, milk yield and udder health in Holstein cows. **Livestock Science**. 2018, v.218, p.1-7.

TERAWAKI, Y.; KATSUMI, T.; DUCROCQ, V. Development of a survival model with piecewise Weibull baselines for the analysis of length of productive life of Holstein cows in Japan. **Journal of Dairy Science**. 2006, v. 89, p.4058-4065.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I.; LAWLOR, T.J. Genetic correlations among production, body size, udder, and productive life traits over time in Holsteins. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.1457-1468.

VACEK, M.; STÍPKOVÁ, M.; NEMCOVÁ, E.; BOUSKA, J. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. **Czech Journal of Animal Science**. 2006, v.8, p.327-333.

VanPELT, M.L.; MEUWISSEN, T.H.E.; De JONG, G.; VEERKAMP, R.F. Genetic analysis of longevity in Dutch dairy cattle using random regression. *Journal of Dairy Science*. 2015, v.98, p.4117-4130.

VanPELT, M.L.; JONG, G.; VEERKAMP, R.F. Changes in the genetic level and the effects of age at first calving and milk production on survival during the first lactation over the last 25 years. **The Animal Consortium**. 2016. v.10:12, p.2043-2050.

VARGAS, B.; GROEN, A.F.; HERRERO, M.; VanARENDONK, J.A.M. Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. **Livestock Production Science**. 2002, v.75, p.101-116.

VERNEQUE, R.S.; VERONEZE, R.; PANETTO, J.C.C.; SILVA, M.V.G.B.; TORAL, F.L.B. A contribuição do melhoramento animal para a pecuária de leite. In: VILELA, D.; FERREIRA, R.P.; FERNANDES, E.N.; JUNTOLLI, F.V. **Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p.255-264.

WATHES, D.C.; BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.E.; SWALI, A.; CHENG, Z. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. **The Animal Consortium**. 2008, v. 2:8, p. 1135-1143.

WEBER, A.; STAMER, E.; JUNGE, W.; THALLER, G. Genetic parameters for lameness and claw and leg diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2013, v.96, p.3310-3318.

WEIBULL, W. A Statistical Distribution of Wide Applicability. **Journal of Applied Mechanics**. 1951, v.18, p.293-297.

WEIGEL, K.A.; LAWLOR, T.J.; VanRADEN, P.M.; WIGGANS, G.R. Use of linear type and production data to supplement early predicted transmitting abilities for productive life. **Journal of Dairy Science**. v.81, p.2040-2044, 1998.

WEIGEL, K.A.; PALMER, R.W.; CARAVIELLO, D.Z. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2003, v. 86, p. 1482-1486.

ZAVADILOVÁ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. **Czech Journal of Animal Science**. 2012, v. 57, n. 3, p. 125-136.

## **CAPÍTULO 2 – EFEITO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO SOBRE A LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS**

### **RESUMO**

O objetivo foi utilizar o estimador de Kaplan-Meier para avaliar a influência da Produção de Leite aos 305 dias (L305) e da Idade ao Primeiro Parto (IPP) sobre a Longevidade Produtiva (LP). Para tanto, foram utilizados 53.691 dados de lactações de vacas paridas entre 2010 e 2014 com registros de lactação até o terceiro ou quarto parto (ápice de produção de leite de vacas Holandesas). A análise de sobrevivência foi realizada pelo procedimento LIFETEST (SAS, 2018), que utiliza o estimador de Kaplan-Meier para identificar a probabilidade de um animal chegar ao 3º parto, considerando apenas uma variável, de cada vez, influenciando a variável longevidade produtiva. Os resultados mostraram as vacas que iniciaram a vida reprodutiva com mais de 21 meses de idade apresentaram as menores probabilidades de sobrevivência e a segunda menor média de longevidade produtiva ( $1.180,85 \pm 266,07$  dias), mesmo produzindo grande volume de leite. As vacas primíparas de baixa produção (menor que 6.392 kg de leite) apresentaram as menores probabilidades de sobrevivência e a menor longevidade produtiva ( $1.113,27 \pm 259,81$  dias). Portanto, vacas que tiveram a primeira cria tardiamente apresentam o maior risco de serem descartadas antes do terceiro ou quarto parto. E vacas com baixa produção de leite possuem o maior risco de serem descartadas voluntariamente do rebanho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de Sobrevivência, Bovinos Leiteiros, Descarte Precoce, Permanência no Rebanho.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to use the Kaplan-Meier estimator to evaluate the influence of milk yield on 305 day (L305) and age at first calving (IPP) over the productive longevity (LP). Data from 53.691 calved cows between 2010 and 2014 with lactation records until third or fourth calving belonging to “Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa” (APCBRH) were used in the analysis. The Survival Analysis was executed due to software SAS by PROC LIFETEST (SAS, 2018) that used the Kaplan-Meier estimator to identify the probability of the animal attached the third calving, considering only one variable, at a time, influencing the productive longevity variable. The results showed that oldest Holsteins (30 months of age) had lowest survival probabilities and productive longevity ( $1.180,85 \pm 266.07$  dias days), even producing high volume of milk. The low-yielding cows (less than 6.392 kg) presented the lowest survival probabilities and the lowest productive longevity ( $1.113,27 \pm 259.81$  days). Therefore, Holstein cows which had the first offspring belatedly showed the highest risk of culling before the third or fourth calving. The low-yielding cows had the highest risk of culling in the herd.

**KEYWORDS:** Dairy Cattle, Premature Culling, Stayability, Survival Analysis



## 1. INTRODUÇÃO

A produção de leite é um dos principais motivos de descarte voluntário dentro da propriedade leiteira. As vacas leiteiras que estão entre a terceira e a quarta lactação proporcionam maior lucratividade para a propriedade, pois nesse período apresentam maiores produções de leite (JAIRATH et al., 1998). Segundo Galeazzi et al. (2010), à medida que a produção de leite aumenta, o risco de descarte diminui, indicando que outros fatores podem influenciar o risco relativo de descarte das vacas entre os quais, a duração de lactação e problemas reprodutivos (Descarte involuntário). No entanto, conforme a vaca envelhece há queda no desempenho e, conseqüentemente, o animal pode ser descartado antes de atingir o ápice de produção (CLASEN et al., 2017). No Brasil, no Estado do Paraná, apenas 10,5% do descarte de vacas Holandesas ocorreram de forma voluntária e 89,5% por motivos involuntários (DE PAULA, 2018).

Outro fator que influencia a longevidade produtiva é a idade ao primeiro parto, pois segundo Haworth et al. (2008), na Austrália vacas Holandesas que iniciaram a vida produtiva com menos de 2 anos de idade viveram até 3,6 anos de idade, os que iniciaram a vida reprodutiva com 36 meses de idade apresentaram maior vida produtiva (5,8 anos). No entanto, Wathes et al. (2008) concluíram que, fêmeas que vivem em ambiente tropical devem ter o primeiro parto entre 2 e 2,5 anos de idade, pois produzirão maiores volumes de leite na primeira lactação e apresentarão longa vida produtiva. Assim, iniciar a vida produtiva entre 22 e 25 meses de idade poderá aumentar a chance dos animais permanecerem no rebanho por mais tempo produzindo grandes volumes de leite com menor risco de problemas reprodutivos (COOKE et al., 2013).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o estimador de Kaplan-Meier para avaliar a influência da idade ao primeiro parto e da produção de leite aos 305 dias sobre a longevidade produtiva.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de produção de leite, de 53.681 vacas paridas entre 2010 e 2014, de 374 rebanhos, pertencentes ao banco de dados da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), localizada na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil.

Inicialmente, foram excluídas as vacas com o valor de dias em lactação (DL) menor do que 200 dias, conforme o estudo de Pritchard et al. (2012), e maior do que 700 dias (dois anos de lactação) e vacas com produção menor que 4.000kg de leite aos 305 dias em função do pequeno número de observações. Além disso, animais sem informação de primeiro parto foram excluídos, pois identificar a idade ao primeiro era essencial para este trabalho, e as vacas que nasceram depois do ano de 2015 foram excluídas, pois as mesmas não teriam a chance de chegar ou terminar a lactação do terceiro ou quarto parto.

Para proceder com a análise de sobrevivência foi atribuído aos animais o status igual a zero, para as vacas que chegaram ao 3º ou 4º parto, ou igual a um, para aquelas que falharam, conforme demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1: ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO STATUS PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA PARA PROCEDER A ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA PARA AS VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ

Status	Ordem de Parto			
	1ª	2ª	3ª	4ª
0	X	X	X	X
	X	X	X	
	X	X		X
	X		X	X
	X			X
	X		X	
1	X	X		
	X			

Status = 0: animais que tiveram sucesso (chegaram ao 3º ou 4º partos); Status = 1: animais que falharam.

A longevidade produtiva foi definida como a soma dos dias em lactação de todos os partos da fêmea, desconsiderando-se os 60 dias de secagem.

A análise de sobrevivência, para identificar a influência de altas e baixas produções de leite e da idade ao primeiro parto sob a permanência da fêmea no rebanho, foi realizada com o arquivo completo pelo programa estatístico SAS/STAT

9.4 (SAS Institute, 2018) utilizando-se procedimento LIFETEST e o método Kaplan-Meier (1958), de acordo com a seguinte equação:

$$\hat{S}(t) = \prod_{j:t_j \leq t} \left(1 - \frac{d_j}{n_j}\right)$$

Em que:

$S(t)$  = a probabilidade da vaca chegar ao terceiro parto ou quarto parto;

$t_j$  = ordena os animais em função da falha;

$n_j$  = animais que poderiam ter falhado antes do terceiro parto;

$d_j$  = número exato dos animais que não chegaram ao terceiro ou quarto parto (falharam).

Para facilitar a análise de sobrevivência, os animais foram divididos conforme a Idade ao Primeiro Parto, e a produção de leite aos 305 dias (L305), com base na média de  $L305 \pm 1,5$  desvio-padrão, como demonstrado a seguir:

Para IPP os animais foram categorizados em:

- (1)  $IPP \leq 21$  meses de idade;
- (2)  $22 \leq IPP \leq 23$  meses de idade;
- (3)  $24 \leq IPP \leq 25$  meses de idade;
- (4)  $26 \leq IPP \leq 27$  meses de idade;
- (5)  $28 \leq IPP \leq 29$  meses de idade;
- (6)  $IPP \geq 30$  meses de idade.

Para L305 os animais foram categorizados em:

- (1)  $L305 \leq 6.392$ kg de leite;
- (2)  $6.393 \leq L305 \leq 9.207$  kg de leite;
- (3)  $9.208 \leq L305 \leq 12.023$  kg de leite;
- (4)  $L305 \geq 12.024$  kg de leite.

As curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier foram comparadas por meio do teste de log-rank (MANTEL, 1966).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média para idade ao primeiro parto foi de  $25,46 \pm 3,11$  meses de idade, resultado semelhante ao encontrado por Brickell et al. (2009) na União Europeia, e inferior a média de 28 meses de idade relatada por Haworth et al. (2008) na Austrália. Para a produção de leite aos 305 dias a média foi de  $9.209,36 \pm 1.876,56$  kg de leite. Para a primeira lactação em vacas Holandesas no Estado de São Paulo, Vargas et al. (2008) relataram valores inferiores (8.288,71 kg de leite). No Reino Unido, Pritchard et al. (2012), obtiveram média para primeira lactação de  $7.480,06 \pm 1.592,12$  kg também para vacas Holandesas. Em relação a idade ao primeiro parto. Essas variações, tanto para IPP e para produção de leite, podem ser explicadas pelas diferenças genéticas, além da influência do ambiente (manejo nutricional, reprodutivo e sanitário) e número de animais avaliados.

A Tabela 2 apresenta o resumo das estatísticas descritivas para o conjunto de dados analisado, em relação aos grupos de produção de leite aos 305 dias.

TABELA 2: NÚMERO DE ANIMAIS, MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS NA PRIMEIRA LACTAÇÃO DE VACAS HOLANDEASAS NO ESTADO DO PARANÁ

Grupos	Nº de Animais	L305 $\pm$ DP (kg)	LP $\pm$ DP (dias)	Nº de Animais		% de Animais Status=0
				Status=1	Status=0	
1	3.517	5.748,12 $\pm$ 479,00	1.113,27 $\pm$ 259,81	2.604	913	25,96
2	23.765	8.023,61 $\pm$ 762,37	1.185,90 $\pm$ 251,81	16.285	7.480	31,47
3	22.531	10.361,92 $\pm$ 763,37	1.210,29 $\pm$ 251,08	15.489	7.042	31,25
4	3.878	12.918,55 $\pm$ 801,23	1.225,33 $\pm$ 261,81	2.920	958	24,70
<b>53.691</b>				<b>37.298</b>	<b>16.393</b>	<b>30,53</b>

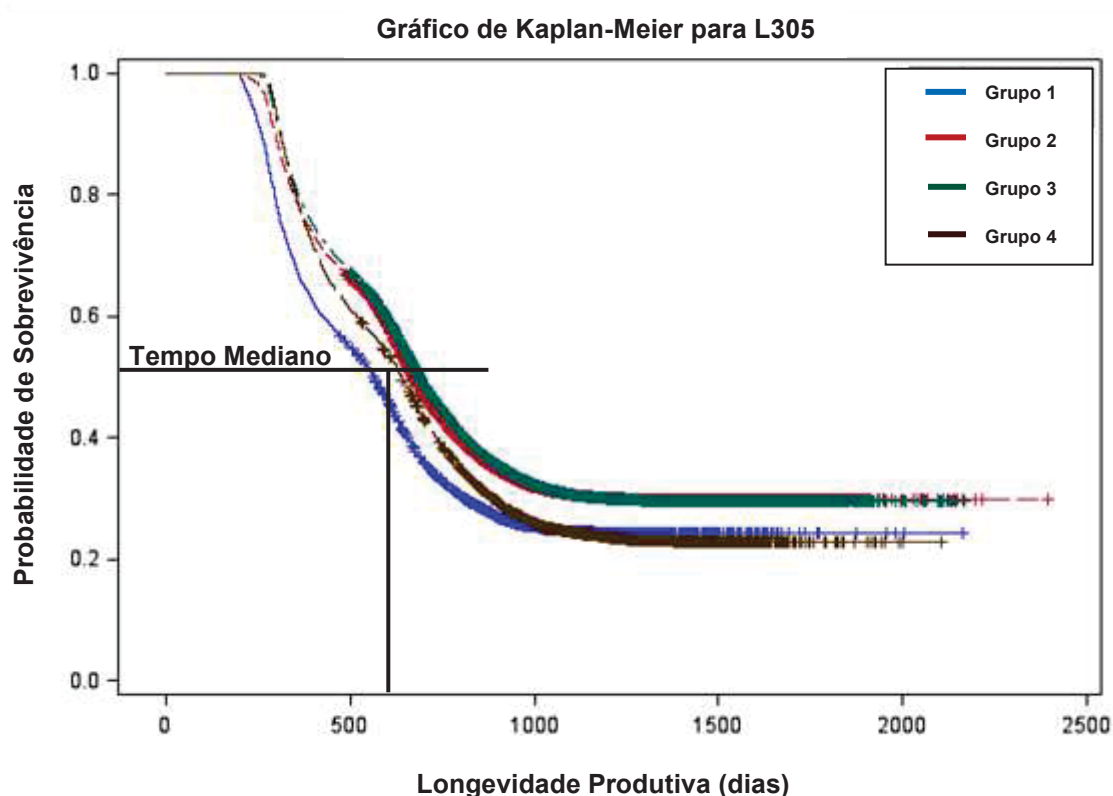
L305 = Produção de leite aos 305 dias; LP = Longevidade Produtiva; Grupos: (1)  $L305 < 6.392\text{kg}$ ; (2)  $6.393\text{kg} < L305 < 9.207\text{kg}$ ; (3)  $9.208\text{kg} < L305 < 12.023\text{kg}$  e (4)  $L305 \geq 12.024\text{kg}$ . Status = 1, animais que falharam; Status = 0, animais que tiveram sucesso, ou seja, chegaram ao 3º Parto.

Pela Tabela 2 é possível notar que 93% das fêmeas apresentaram média superior de produção de leite em relação à média do rebanho. Os grupo 2 e 3 representaram 31,47% e 31,25%, respectivamente, das fêmeas que tiveram sucesso (Status=0), e as vacas do Grupo 4 representaram 24,70% dos animais que conseguiram chegar ao terceiro ou quarto parto.

A Figura 1 ilustra a probabilidade de sobrevivência de primíparas conforme a produção de leite aos 305 dias na primeira lactação de vacas Holandesas no Estado do Paraná, por meio do estimador de Kaplan-Meier que determina as probabilidades

de sobrevivência para cada variável analisada sem aceitar no modelo matemático mais de uma variável.

FIGURA 1: PROBABILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA PARA A PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS EM VACAS HOLANDESAS PRIMÍPARAS DO ESTADO DO PARANÁ



A Figura 1 mostra as curvas de sobrevivência resultantes da análise realizada pelo método de Kaplan-Meier, com o objetivo de comparar os grupos de animais conforme a produção de leite. A análise indicou diferença significativa ( $p < 0.001$ ) entre todas as curvas estudadas. Além disso, foi possível notar queda acentuada na probabilidade de sobrevivência a partir dos 305 dias de lactação, independentemente do nível de produção da vaca. Os animais do Grupo 1 (L305 menor que 6.392 kg de leite) apresentaram queda mais acentuada na curva de sobrevivência até, aproximadamente, 1.000 dias de longevidade produtiva em relação aos outros grupos. O descarte prematuro desses animais pode ter sido em função da baixa produção de leite (descarte voluntário), ou por problemas reprodutivos, como falha na concepção (descarte involuntário). As fêmeas pertencentes aos Grupos 2 e 3 apresentaram as maiores probabilidades de sobrevivência e as médias de longevidade produtiva.

Na primeira lactação o risco de descarte aumentou a partir dos 305 dias, indicando que em lactações maiores do que as consideradas ideais (305 dias de lactação mais 60 dias de período seco, para restauração do sistema mamário para o próximo parto) para vacas da raça Holandesa, os animais podem ser descartados devido a problemas reprodutivos ou de saúde, como a mastite. Segundo Almeida et al. (2012), no Estado do Paraná, os principais motivos de descarte em rebanhos leiteiros são: problemas reprodutivos (33,5%), seguido por mastite clínica e alta contagem de células somáticas (22,2%), e, em terceiro, problemas de pernas e pés (16,8%). Já nos Estados Unidos as vacas são descartadas, primeiramente, por baixa produção de leite (6,8%) e seguido dos problemas reprodutivos (5,4%) (NORMAN; WALTON, 2013).

Ainda na Figura 1, observa-se o tempo mediano (TM) para todos os grupos de produção de leite aos 305 dias na primeira lactação. Esse fator simboliza o momento onde a vaca apresenta 50% de probabilidade de sobrevivência. Em outras palavras, é o momento exato em que a vaca tem 50% de chance de ser descartada ou 50% de ser mantida no rebanho. As fêmeas do Grupo 3 apresentaram o maior TM (690 dias), sugerindo menor risco de descarte do que os outros grupos. Já as vacas do Grupo 1 apresentaram o menor TM (564 dias), indicando que as fêmeas com produção de leite menor do que 6.393 kg têm maior chance de serem descartadas mais cedo do que as vacas dos outros grupos.

Na Tabela 3 está o resumo da estatística descritiva para o conjunto de dados analisado, em relação a idade ao primeiro parto de vacas Holandesas no Estado do Paraná.

TABELA 3: NÚMERO DE ANIMAIS, MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO, PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO EM RELAÇÃO AOS GRUPOS DE VACAS HOLANDESAS QUE CHEGARAM AO TERCEIRO PARTO NO ESTADO DO PARANÁ

Grupos	Nº de Animais	IPP (Meses)	L305 (kg)	Nº de Animais		% de Animais Status=0
				Status=1	Status=0	
1	2.140	21,19 ± 0,78	8.807,32 ± 1.915,79	1.473	667	31,17
2	12.486	23,18 ± 0,53	9.396,08 ± 1.841,42	8.663	3.823	30,62
3	17.725	24,96 ± 0,57	9.261,13 ± 1.820,72	11.902	5.823	32,85
4	10.799	26,87 ± 0,57	9.140,82 ± 1.860,82	7.448	3.351	31,03
5	5.202	28,87 ± 0,57	9.065,84 ± 1.926,23	3.762	1.440	27,68
6	5.339	32,84 ± 2,36	9.040,48 ± 2.043,98	4.050	1.289	24,14
	<b>53.691</b>			<b>37.298</b>	<b>16.393</b>	<b>30,53</b>

Grupos: (1) IPP ≤ 21 meses de idade; (2) 22 ≤ IPP ≤ 23 meses de idade; (3) 24 ≤ IPP ≤ 25 meses de idade e (4) 26 ≤ IPP ≤ 27 meses de idade; (5) 28 ≤ IPP ≤ 29 meses de idade; (6) IPP ≥ 30 meses de idade; L305 = Produção de leite aos 305 dias; IPP = Idade ao Primeiro Parto; Status = 1, animais que falharam; Status = 0, animais que tiveram sucesso.

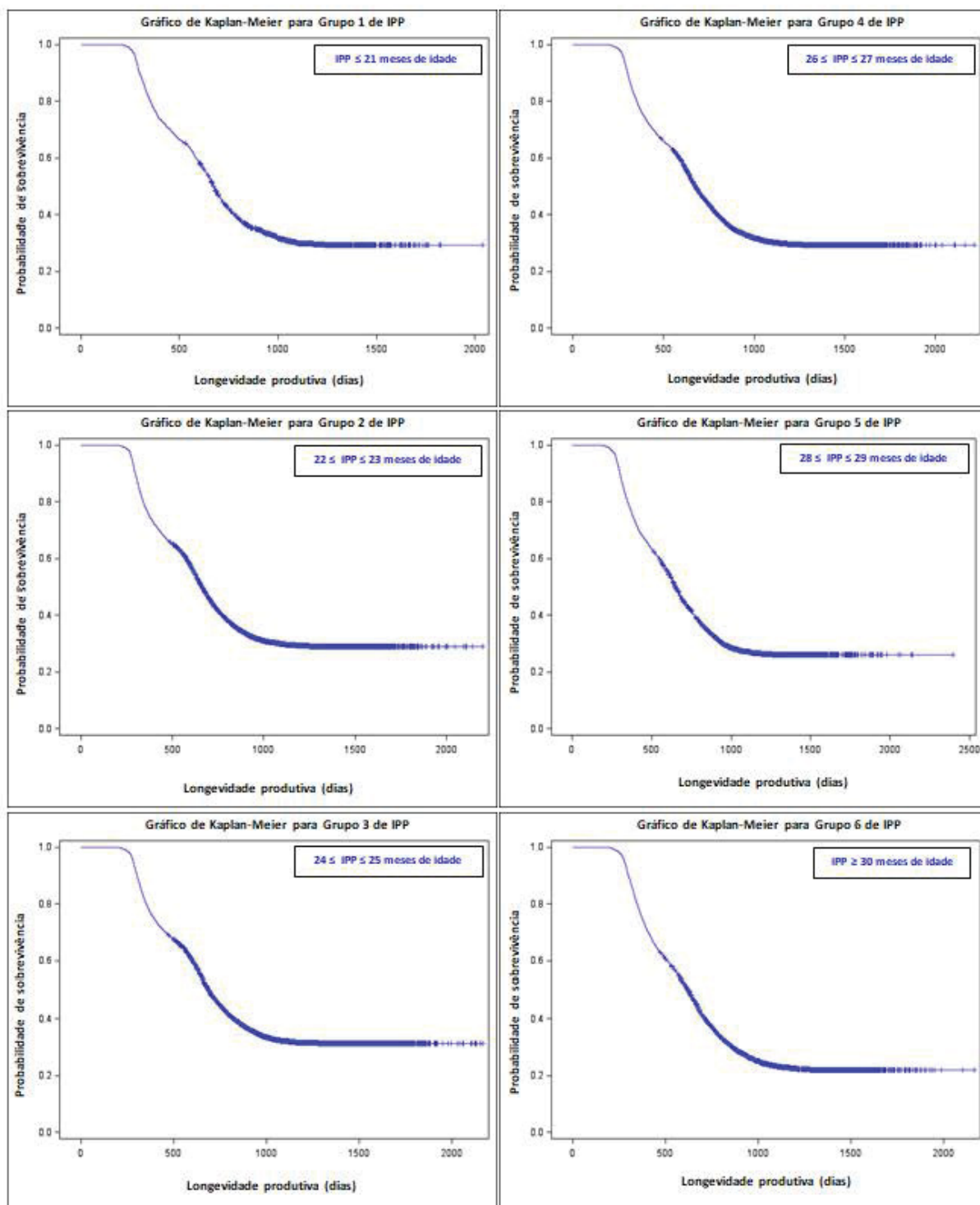
Pela Tabela 3 é possível notar que, em relação a idade ao primeiro parto, 69,47% das vacas falharam (Status 1), porém 30,53% apresentaram sucesso (Status = 0).

As fêmeas que iniciaram a vida reprodutiva com idade entre 15 e 16 meses (Grupo 3) ou entre 17 e 18 meses (Grupo 4), foram as que apresentaram sucesso, 32,85% e 31,03%, respectivamente. Já as vacas com IPP acima de 30 meses de idade (Grupo 6) representaram 24,14%. De acordo com Sherwin et al. (2016), vacas que pariram pela primeira vez entre 22 e 30 meses de idade apresentam maior longevidade produtiva corroborando com o presente estudo.

Ainda na Tabela 3 observa-se que a maior média de produção de leite na primeira lactação foi das fêmeas que iniciaram a vida produtiva entre 22 e 23 meses de idade (Grupo 2) no entanto, tiveram menos sucesso (30,62%) quando comparadas as fêmeas dos Grupo 1, 3 e 4. Resultados semelhantes foram relatados por Pirlo, Miglior e Speroni (2000), Nilforooshan e Ed Riss (2004) que mostraram que tanto a idade a primeira cria quanto a produção de leite influenciam longevidade produtiva de vacas Holandesas.

A Figura 2 ilustra a probabilidade de sobrevivência para idade ao primeiro parto de vacas Holandesas no Estado do Paraná, conforme cada Grupo de IPP.

FIGURA 2: PROBABILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA PARA VACAS HOLANDEASAS DO ESTADO DO PARANÁ, EM FUNÇÃO DOS GRUPOS DE IDADE AO PRIMEIRO PARTO



A análise de Kaplan-Meier indicou diferenças estaticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre as curvas de sobrevivência para todos os grupos de IPP estudados.

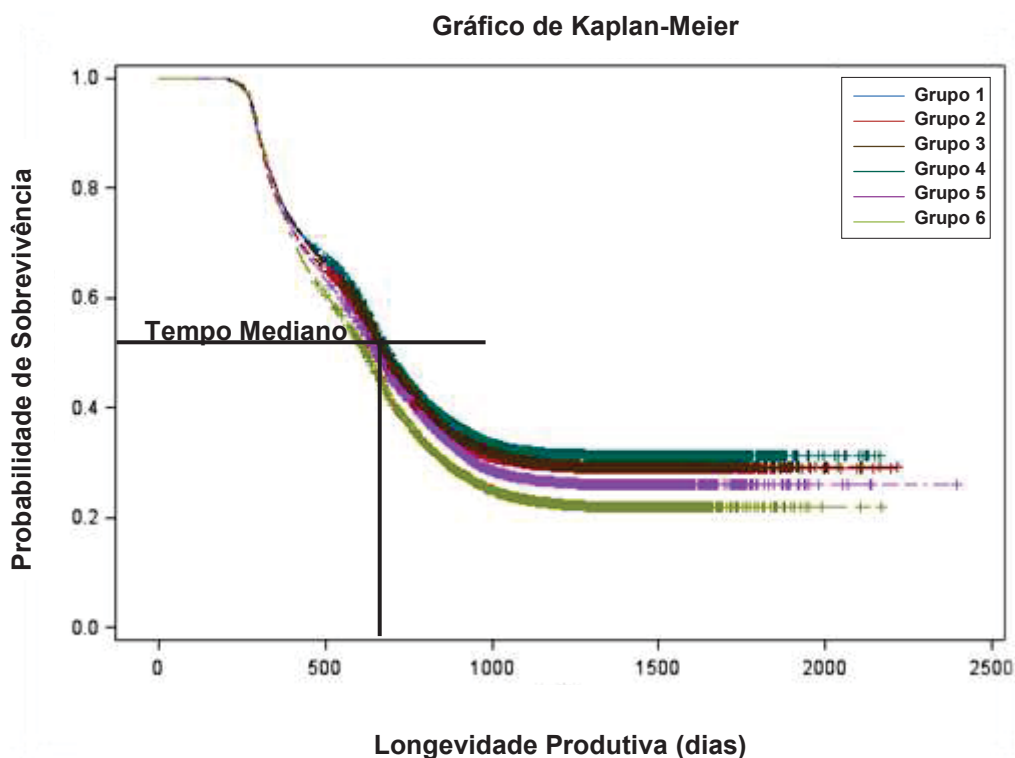


Pela Figura 2 nota-se que as fêmeas que iniciaram a vida reprodutiva com idade após 21 meses de idade (Grupo 6) obtiveram as menores probabilidades de sobrevivência. Além disso, esse grupo apresentou queda mais acentuada na curva de sobrevivência em relação aos outros grupos, o que pode estar associado ao descarte prematuro em função de problemas reprodutivos, como falha de concepção.

Páchová, Zavadilová e Sölkner (2005) destacaram a influência de falhas reprodutivas sobre a incidência de descarte. Da mesma forma Brickell e Wathes (2011), observaram que a principal razão que contribui para diminuir a longevidade de vacas logo na primeira lactação é o baixo desempenho em fertilidade. As maiores probabilidades de sobrevivência foram encontradas para as fêmeas que iniciaram a vida reprodutiva entre 15 e 16 meses de idade (Grupo 3).

A Figura 3 ilustra o tempo mediano (TM) para todos os grupos de idade ao primeiro parto, e indica o momento em que a vaca apresenta 50% de probabilidade de sobrevivência. Em outras palavras, é o momento exato em que a vaca tem 50% de chance de ser descartada ou 50% de ser mantida no rebanho.

FIGURA 3: TEMPO MEDIANO PARA AS VACAS HOLANDESAS CATEGORIZADAS CONFORME A IDADE AO PRIMEIRO PARTO



Nota-se na Figura 3 que o tempo mediano variou conforme o grupo de IPP, sendo que, o grupo 6 ( $IPP \geq 30$  meses de idade) apresentou o menor TM (623 dias). Esse resultado indica que, as fêmeas que pariram mais velhas apresentaram maiores riscos de serem descartadas antes das demais. Já o Grupo 5 ( $28 \leq IPP \leq 29$  meses de idade) apresentou o segundo menor TM, seguido pelo Grupo 2 ( $22 \leq IPP \leq 23$  meses de idade), pelo Grupo 1 ( $IPP \leq 21$  meses de idade), pelo Grupo 4 ( $26 \leq IPP \leq 27$  meses de idade), e o Grupo 3 ( $24 \leq IPP \leq 25$  meses de idade), 651 dias, 664 dias, 674 dias, 676 dias e 689 dias, respectivamente. Os resultados mostraram que para as vacas que iniciaram a vida reprodutiva entre 15 e 16 meses de idade, foram descartadas mais tarde do que as demais.

Portanto, supõe-se que os descartes precoces podem estar relacionados a problemas reprodutivos, inadequado desempenho produtivo e/ou exposição precoce ou tardia ao início da reprodução. Assim, as vacas que iniciaram a vida reprodutiva com menos de 12 meses de idade apresentaram a menor média de longevidade produtiva ( $1.171,70 \pm 250,20$  dias), no entanto, apresentaram maiores probabilidades de sobrevivência se comparadas com as fêmeas que iniciaram a vida reprodutiva acima de 21 meses de idade. As vacas que pariram pela primeira vez com idade superior a 30 meses, obtiveram média de longevidade produtiva maior ( $1.180,85 \pm 266,07$  dias) do que o Grupo 1, porém menor do que os Grupos 2, 4, 3 e 5,  $1.183,85 \pm 252,07$  dias,  $1.195,27 \pm 254,03$  dias,  $1.203,62 \pm 250,12$  dias e  $1.208,43 \pm 257,98$  dias, respectivamente.

A partir dos resultados do presente trabalho foi possível notar que, em geral, vacas com produções extremas, sejam aquelas que apresentaram produção de leite muito baixa ou extremamente alta na primeira lactação apresentam probabilidades de sobrevivência semelhantes e mais baixas em relação às fêmeas do Grupo 3, que contemplava vacas de alta produção, porém que não pertenciam ao extremo de produção.

Embora o estimador de Kaplan-Meier seja uma metodologia estatística simples e eficiente para identificar o efeito de uma característica em relação à variável tempo analisada, existe a limitação de avaliar apenas uma influência por vez. Além disso, seria recomendável que os produtores realizassem o registro do motivo de descarte em seus bancos de dados a fim de melhor detalhar os principais efeitos que interferem sobre a longevidade produtiva. Tal complexidade de fatores

que conjuntamente podem afetar a longevidade dos animais, como a IPP, a L305, rebanho, características de tipo, entre outros, podem ser estimados com modelos estatísticos mais complexos como o modelo de regressão de Cox que pode ser utilizado para avaliar a inclusão de mais de uma variável explanatória no modelo matemático.

#### **4. CONCLUSÕES**

Expor as novilhas da raça Holandesa precocemente ou tardiamente à reprodução menor longevidade produtiva.

Ao avaliar o volume de produção na primeira lactação, o produtor poderia ter maior chance de sucesso em identificar animais que permanecem maior tempo no rebanho dentre aquelas fêmeas que apresentam alta produção de leite, porém sem visar as vacas com produção extrema.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

À Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) pela concessão do banco de dados e pelo apoio para o desenvolvimento do projeto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; ALEGRANSI, L.; NAVARRO, R.B.; VALLOTO, A.A.; HORST, J.A. Culling reasons and the association of herd size and milk yield with culling rates in dairy herds in Southern Brazil. American Dairy Science Association & American Society of Animal Science Joint Annual Meeting, 15 a 19 de julho, Phoenix, Arizona, Estados Unidos, J. Anim. Sci., v.90, E-Suppl.1 / J. Dairy. Sci., v.95, E-Suppl.1. 2012.
- BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.; MCGOWAN, M.M.; WATHES, D.C. Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. **Theriogenology**. 2009, v.72, p.408-416.
- BRICKELL, J.S.; WATHES, D.C. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. **Journal of Dairy Science**. 2011, v.94, p. 1831–1838.
- CLASEN, J.B.; NORBERG, E.; MADSEN, P.; PEDERSEN, J.; KARGO, M. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 2017, v.100, p.6337-6342.
- COOKE, J.; CHENG Z.; BOURNE, N.; WATHES, D. Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. **Journal of Animal Science**. 2013, v.3, p.1–12.
- De PAULA, S. **Longevidade e descarte de vacas leiteiras em rebanhos de Arapoti, Paraná**. 2018. 56f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2018.
- GALEAZZI, P.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, J.A.I.I.V.; ASPILCUETA-BORQUIS, R.R.; CAMARGO, G.M.F.; TONHATI, H. Genetic parameters for stayability in Murrah buffaloes. **Journal of Dairy Research**. 2010, v.77, p.252-256.
- HAWORTH, G.M.; TRANTER, W.P.; CHUCK, J.N.; CHENG, Z.; WATHES, D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. **Veterinary Record**. 2008, v.162, p.643-647.
- JAIRATH, L.; DEKKERS, J.C.M.; SCHAEFFER, L.R.; LIU, Z.; BURNSIDE, E.B.; KOLSTAD, B. Genetic evaluation for herd life in Canada. **Journal of Dairy Science**. 1998, v.81, p.550–562.
- KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observation. **Journal of the American Statistical Association**. 1958, v.53, n. 282, p.457-481.
- MANTEL, N. Evaluation of survival data and two new rank order statistics arising in its consideration. **Cancer Chemotherapy Reports**. 1966, v.50, p.163-170.

NILFOROOSHAN, M.A.; ED RISS, M.A. Effect of age at first calving on some productivity and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.2130-2135.

NORMAN, H.D.; WALTON, L.M. Reasons that cows in Dairy Herd Improvement programs exit the milking herd. 2013. Disponível em: <https://www.cdcb.us/publish/dhi/current/cullall.html>. Acessado em Abr. 16, 2018.

PÁCHOVÁ, E.; ZAVADILOVÁ, L.; SÖLKNER, J. Genetic evaluation of the length of productive life in Holstein cattle in the Czech Republic. **Czech Journal Animal Science**. 2005, v.11, p.493-498.

PIRLO, G.; MIGLIOR, F.; SPERONI, M. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing cost in Italian Holsteins. **Journal of Dairy Science**. 2000, v.83, p.603-608.

PRITCHARD, T.; COFFEY, M.; MRODE, R.; WALL, E. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. **The Animal Consortium**. 2012, v. 7, p.34-46.

SAS Institute Inc. 2018. *SAS/SAT® 9.4 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SHERWIN, V.E.; HUDSON, C.D.; HENDERSON, A.; GREEN, M.J. The association between age at first calving and survival of first lactation heifers within dairy herds. **The Animal Consortium**. 2016, v. 10, p. 1877-1882.

VARGAS, A.D.F.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L.; MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. Estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e em 305 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2008, v.35, p.1959-1965.

WATHES, D.C.; BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.E.; SWALI, A.; CHENG, Z. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. **The Animal Consortium**. 2008, v. 2:8, p. 1135-1143.

### **CAPÍTULO 3 – RISCO DE DESCARTE DE VACAS HOLANDESAS NO ESTADO DO PARANÁ, EM FUNÇÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PÁRTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO**

#### **RESUMO**

A longevidade produtiva pode ser definida como o número de dias entre o primeiro parto e o último dia de ordenha, o que faz com que essa característica não seja utilizada como critério de seleção nos programas de melhoramento, visto que é obtida tardiamente na vida dos animais. Por essa razão, a identificação precoce de animais longevos e produtivos poderá auxiliar os produtores na escolha de animais mais eficientes e, conseqüentemente, incrementar o retorno econômico das propriedades leiteiras. Assim, o objetivo desse trabalho foi verificar a influência da IPP e da L305 sobre a longevidade produtiva de vacas Holandesas do Estado do Paraná, por meio do modelo de regressão de Cox. Foram utilizados 53.728 dados de lactações de vacas paridas entre 2010 e 2014 com registros de lactação até o terceiro ou quarto parto. A análise de sobrevivência foi realizada pelo procedimento PHREG (SAS, 2018), que utiliza o Modelo de Regressão de Cox (1972) para identificar o Risco de Descarte do animal em ser descartado antes do terceiro parto, considerando mais que uma variável explanatória. Os resultados mostraram que vacas que começam a vida reprodutiva com idade acima de 32 meses apresentam o maior risco de descarte. Os animais com produção de leite entre 9.208 e 12.023 kg de leite na primeira lactação, apresentaram o menor risco de descarte (0,854), ou seja, essas vacas têm 0,854 mais chances de serem em relação às demais. Expor os animais para iniciar a vida produtiva muito cedo (antes de 21 meses de idade) ou muito tarde (após 32 meses de idade) comprometerá o desempenho reprodutivo dessas vacas.

Palavras-Chaves: Dias em Lactação, Permanência do Rebanho, Precocidade reprodutiva.

## ABSTRACT

The productive longevity can be defined as number of days between the first calving and the last day of milking record, which means that this characteristic is not used as a selection criterion, since it is obtained late in the life of the animals. The precocity identification of productive and long-lived animals could assist the farmers to choosing the more efficient animals and, consequently, increase the return economic of dairy farms. Therefore, the aim of this study was evaluated the influence of age at first calving and milk yield on 305 days over productive longevity of Holstein cows localizing State of Parana, by Cox Regression Model. Data from 53.728 calved cows between 2010 and 2014 with lactation records until fourth calving belonging to “Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa” (APCBRH) were used in the analysis. The Survival Analysis was executed due to procedure PHREG (SAS, 2018) which used the Regression Model of Cox (1972) to calculate the culling risk of cows until their achieved the third calving considering more than one variable. The results showed that Holstein cows which started the reproductive life above 32 months of age presented the highest risk of culling. The Holstein cows with milk yield between 9.208 and 12.023 kg of milk at first lactation provides a lowest risk of culling (0.854). It is means that those animals presented 0.854 more chances to calve before the third calving. Holstein cows which initiated productive life earlier (less than 21 months of age) or later (more than 32 months of age) had a poor reproductive performance.

Key-words: Days in Milk, Herd Life, Reproductive Precocity.

## 1. INTRODUÇÃO

A identificação precoce de animais longevos e produtivos resultará na escolha de animais mais eficientes e, conseqüentemente, proporcionará maior retorno econômico para as propriedades leiteiras. Como a longevidade produtiva é obtida tardiamente na vida dos animais, apresenta baixa herdabilidade, pois é muito influenciada por efeitos ambientais, isso faz com que não seja utilizada como critério de seleção nos programas de melhoramento.

Nos Estados Unidos, Meyer, Everett e Van Amburgh (2004) concluíram que a idade ao primeiro parto é um dos principais fatores que afetam a longevidade produtiva em vacas Holandesas. Os autores relataram que, vacas que pariram entre 22 e 26 meses de idade apresentaram maior produção de leite e vida produtiva. Para vacas criadas em ambiente tropical, Wathes et al. (2008) sugeriram que tenham o primeiro parto entre 24 e 30 meses de idade, pois produzirão maiores volumes de leite na primeira lactação e apresentarão longa vida produtiva.

Quanto à produção de leite, Mészáros, Wolf e Kadlecík (2008) relataram que as vacas com produção de leite menor do que a média de produção do rebanho, apresentaram maior risco de serem descartadas do que as de alta produção. De acordo com Haworth et al. (2008), vacas leiteiras que no primeiro parto produziram de 26 a 30 litros de leite/dia, em média, apresentaram maior longevidade produtiva do que aquelas que apresentaram produção menor do que 15 litros de leite/dia em média. Os autores concluíram que, as vacas que mais permanecem no rebanho, expressam melhor o potencial genético para a produção de leite e são selecionadas como matrizes na propriedade.

No Brasil, os estudos sobre a influência da idade ao primeiro parto e da produção de leite na primeira lactação são escassos e tais informações poderão auxiliar o produtor a identificar precocemente quais os animais menos eficientes para determinado sistema de produção.

Uma alternativa para melhor estudar e identificar os efeitos que influenciam a longevidade produtiva é o uso do Modelo de Regressão de Cox (1972) que admite a análise de dados em que a resposta é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse (sobreviver até o terceiro ou quarto parto), ajustado por covariáveis. Essa metodologia estatística tem sido frequentemente utilizada em análises de sobrevivência para avaliar características de interesse para a bovinocultura leiteira,



pois permite estimar o risco de descarte de cada animal presente no rebanho, em relação à idade ao primeiro parto e a produção de leite na primeira lactação.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o Modelo de Regressão de Cox para avaliar a influência da idade ao primeiro parto e da produção de leite aos 305 dias na primeira lactação sobre a longevidade produtiva em vacas Holandesas no Estado do Paraná.

## 2. MATERIAL E METÓDOS

Foram utilizados registros de produção de leite, provenientes de 53.691 vacas paridas entre 2010 e 2014 de 374 rebanhos, pertencentes ao banco de dados da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), localizada na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil.

Na edição inicial dos dados, realizada em cada ordem de lactação (primeira à quarta ordem de lactação), foram excluídas as vacas com dias em leite menor que 200 dias, conforme o estudo de Pritchard et al. (2012), e maior que 700 dias (dois anos de lactação), e vacas com produção menor do que 4.000kg de leite aos 305 dias em função do pequeno número de observações. Foram retiradas do arquivo de dados, fêmeas que não tinham informação do primeiro parto e, também, as com IPP menores do que 18 meses de idade. Além disso, as vacas que pariram depois do ano de 2015 também foram excluídas, pois as mesmas não tiveram a chance de chegar ou terminar a lactação do segundo, terceiro ou quarto parto.

Para realizar a análise de sobrevivência, os animais foram divididos conforme a idade ao primeiro parto, e a produção de leite aos 305 dias (L305), com base na média de  $L305 \pm 1,5$  desvio-padrão, como demonstrado a seguir:

Para IPP os animais foram categorizados em:

- (1)  $IPP \leq 21$  meses de idade;
- (2)  $22 \leq IPP \leq 23$  meses de idade;
- (3)  $24 \leq IPP \leq 25$  meses de idade;
- (4)  $26 \leq IPP \leq 27$  meses de idade;
- (5)  $28 \leq IPP \leq 29$  meses de idade;
- (6)  $IPP \geq 30$  meses de idade.

Para L305 os animais foram categorizados em:

- (1)  $L305 \leq 6.392$ kg de leite;

- (2)  $6.393 \leq L305 \leq 9.207$  kg de leite;  
 (3)  $9.208 \leq L305 \leq 12.023$  kg de leite;  
 (4)  $L305 \geq 12.024$  kg de leite.

A Tabela 1 mostra como foi atribuído o status um ou zero para as fêmeas.

TABELA 1: ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO STATUS PARA LONGEVIDADE PRODUTIVA PARA PROCEDER A ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA PARA AS VACAS HOLANDEASAS NO ESTADO DO PARANÁ

Status	Ordem de Parto			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
0	X	X	X	X
	X	X	X	
	X	X		X
	X		X	X
	X			X
	X		X	
1	X	X		
	X			

Status = 0: animais que tiveram sucesso (chegaram ao 3º ou 4º partos); Status = 1: animais que falharam.

A longevidade produtiva foi definida como a soma dos dias em lactação de todos os partos da fêmea, desconsiderando-se os 60 dias de secagem.

A análise de sobrevivência foi realizada pelo procedimento PHREG (SAS, 2018), que utiliza o Modelo de Regressão de Cox para estimar o risco de descarte.

O Modelo de Regressão de Cox pode ser definido pela equação:

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) \exp(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3})$$

Em que

$t$  = Variável evento, se a vaca chegou ou não ao 3º ou 4º Parto;

$\lambda(t)$  = Taxa de falha;

$\lambda_0(t)$  = Componente não-paramétrico;

$\beta_1 x_{i1}$  = Variável idade ao primeiro parto;

$\beta_2 x_{i2}$  = Variável produção de leite;

$\beta_3 x_{i3}$  = Variável rebanho.

Para o cálculo dos riscos proporcionais (risco de descarte - RD) para cada idade ao primeiro parto (IPP) e dentro de cada classe de IPP e de L305 foi usada a equação apresentada a seguir:

$$\frac{\lambda_i(t)}{\lambda_j(t)} = \exp\{\beta_n(x_{in} - x_j)\}$$

Em que:

$\beta_n$  = Variável IPP ou L305 do individuo i pertencente ao grupo j.

Com a intenção de verificar o risco de descarte para cada idade ao primeiro parto os animais não foram divididos em classes de idade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra o resumo da análise de variância pelo procedimento PHREG para as variáveis Classe L305, IPP e rebanho para vacas Holandesas.

TABELA 2: RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PELO PROCEDIMENTO PHREG PARA AS VARIÁVEIS CLASSE DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS, IDADE AO PRIMEIRO PARTO E REBANHO EM VACAS HOLANDEAS DO ESTADO DO PARANÁ

Variável	GL	Wald Qui-Quadrado	P > QuiQr
Classe L305	3	219.0179	<.0001
IPP	21	130.1761	<.0001
Rebanho	374	4190.4060	<.0001

Classe L305 = Classes de produção de leite aos 305 dias; IPP = Idade ao primeiro parto; GL = Grau de liberdade.

Na Tabela 2 nota-se que as variáveis foram todas significativas pelo modelo de regressão de Cox, considerando a IPP não categorizada em classes.

A Tabela 3 mostra o resumo da análise de variância pelo procedimento PHREG para as variáveis Classe L305, Classe IPP e rebanho.

TABELA 3: RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PELO PROCEDIMENTO PHREG PARA AS VARIÁVEIS CLASSE DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS, CLASSE DE IDADE AO PRIMEIRO PARTO E REBANHO EM VACAS HOLANDEAS DO ESTADO DO PARANÁ

Variável	GL	Wald Qui-Quadrado	P > QuiQr
Classe L305	3	216.3183	<.0001
Classe IPP	5	98.5812	<.0001
Rebanho	374	4197.4499	<.0001

Classe L305 = Classe de produção de leite aos 305 dias; IPP = Idade ao primeiro parto; Classe IPP = Classes de idade ao primeiro parto; GL = Grau de liberdade.

Observa-se na Tabela 3 que todas as variáveis foram significativas pelo modelo de regressão de Cox, considerando a classe de IPP. Nessa análise,

inicialmente, o efeito de região também foi avaliado, no entanto, não foi significativo, sendo assim, optou-se por excluí-lo da análise. Acredita-se que esse efeito não foi significativo porque 80% dos animais pertenciam à mesma região do Estado do Paraná.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias de produção de leite aos 305 dias para os grupos de L305 e de longevidade produtiva para cada grupo de vacas Holandesas no Estado do Paraná.

TABELA 4: NÚMERO DE ANIMAIS, FREQUÊNCIA DE ANIMAIS EM CADA GRUPO, MÉDIA  $\pm$  DESVIOS-PADRÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE NA PRIMEIRA LACTAÇÃO, E DA LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDEAS DO ESTADO DO PARANÁ, PARA CADA GRUPO UTILIZADO

Grupos	Nº de animais	Freq. total de animais (%)	Nº de animais Status=1	Nº de animais Status=0	Média de L305 $\pm$ dp (kg de leite)	LP $\pm$ dp (Dias)
1	3.517	6,58	2.604	913	5.748,12 $\pm$ 479,00	1.113,27 $\pm$ 259,81
2	23.765	44,26	16.285	7.480	8.023,61 $\pm$ 762,37	1.185,90 $\pm$ 251,59
3	22.531	41,94	15.489	7.042	10.361,92 $\pm$ 763,37	1.210,29 $\pm$ 251,08
4	3.878	7,22	2.920	958	12.918,55 $\pm$ 801,23	1.225,33 $\pm$ 261,81

Variável	Total de Animais	Média $\pm$ dp	Min	Max
<b>L305</b>	53.691	9.209,36 $\pm$ 1.876,56	4.070,35	18.583,24
<b>LP</b>	16.393	1.194,64 $\pm$ 253,54	473	2.395

Status = 1, animais que falharam; Status = 0, animais que tiveram sucesso, ou seja, chegaram ao 3º Parto; L305 = Produção de leite aos 305 dias; Grupo 1 = L305 menor que 6.392,00; Grupo 2 = L305 entre 6.393,00 e 9.207,00; Grupo 3 = L305 entre 9.208,00 e 12.024,00; Grupo 4 = L305 acima de 12.025,00; LP = Longevidade Produtiva.

Pela Tabela 4 pode-se observar que apenas 5,6% das fêmeas pertencentes ao Grupo 1, cuja produção de leite na primeira lactação foi menor do que 6.392 kg de leite chegaram ao terceiro ou quarto parto e conseqüentemente, apresentaram menor longevidade produtiva (1.113,27  $\pm$  259,81 dias). Esse resultado sugere que o descarte precoce desses animais pode ter ocorrido devido à baixa produção de leite. Já as vacas do Grupo 2, que apresentaram produção de leite entre 6.393 kg e 9.207 kg de leite na primeira lactação, 46% permaneceram no rebanho até o terceiro ou quarto parto. Das fêmeas pertencentes ao Grupo 3 (L305 entre 9.208 e 12.024 kg de leite), 43% chegaram ao terceiro ou quarto parto. As vacas do Grupo 4 apresentaram maior produção de leite (L305 maior do que 12.024 kg de leite na primeira lactação) e maior longevidade produtiva (1.225,33  $\pm$  261,81 dias). Esses

resultados corroboram os relatos por Haworth et al. (2008) de vacas Holandesas na Austrália.

No entanto, resultados diferentes foram encontrados por Pritchard et al. (2012), que relataram a menor longevidade produtiva para vacas de alta produção de leite (Maior do que 9.000 kg de leite na primeira lactação). Segundo os autores, as vacas de alta produção apresentaram a menor longevidade produtiva por requerem nutrição de alta qualidade, pois caso tal demanda não seja suprida a consequência é a intensificação do balanço energético negativo, associado à diminuição da resposta imune, o que leva a doenças, diminuição da fertilidade e, consequentemente, ao aumento do descarte involuntário.

A Tabela 5 descreve a estatística descritiva para produção de leite na primeira lactação e a longevidade produtiva de vacas Holandesas no Estado do Paraná, em função da idade ao primeiro parto.

TABELA 5: NÚMERO DE ANIMAIS, MÉDIA  $\pm$  DESVIOS-PADRÃO DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DA PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS, E MÉDIA DA LONGEVIDADE PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ

Grupos	Nº de animais	Nº de animais Status=1	Nº de animais Status=0	L305 $\pm$ dp (kg de leite)	LP $\pm$ dp (dias)
1	2.140	1.473	667	8.807,32 $\pm$ 1.915,79	1.171,70 $\pm$ 250,20
2	12.486	8.663	3.823	9.396,08 $\pm$ 1.841,42	1.183,85 $\pm$ 252,07
3	17.725	11.902	5.823	9.261,13 $\pm$ 1.820,72	1.203,62 $\pm$ 250,12
4	10.799	7.448	3.351	9.140,82 $\pm$ 1.860,82	1.195,27 $\pm$ 254,03
5	5.022	3.762	1.440	9.065,84 $\pm$ 1.926,23	1.208,43 $\pm$ 257,98
6	5.339	4.050	1.289	9.040,48 $\pm$ 2.043,98	1.180,85 $\pm$ 266,07
Variável	Total de Animais		Média $\pm$ dp		Min Max
IPP	53.691		25,46 $\pm$ 3,11		18 39
L305	53.691		9.209,36 $\pm$ 1.876,56		4.070,35 18.583,24
LP	16.393		1.194,64 $\pm$ 253,54		473 2.395

Status = 1, animais que falharam; Status = 0, animais que tiveram sucesso, ou seja, chegaram ao 3º Parto; L305 = Produção de leite aos 305 dias (kg de leite); IPP = Idade ao Primeiro Parto (Meses de idade); LP = Longevidade Produtiva (Dias); Grupo 1 = IPP menor que 21; Grupo 2 = IPP entre 22 e 26; Grupo 3 = IPP entre 27 e 31; Grupo 4 = IPP maior que 32.

Pela Tabela 5 pode-se notar que, aproximadamente, 56,29% das fêmeas deste banco de dados começaram a vida produtiva entre 22 e 26 meses de idade (Grupo 2 e 3), o que é desejável, pois de acordo com Wathes et al. (2014), vacas que pariram pela primeira vez entre 22 e 26 meses de idade apresentam longa vida

produtiva, o que resulta em maior lucro para a propriedade leiteira. Além disso, os animais pertencentes a esses grupos produziram as maiores médias de leite na primeira lactação,  $9.396,08 \pm 1.841,42$  kg e  $9.261,13 \pm 1.820,72$  kg de leite, respectivamente, corroborando os resultados encontrados por Froidmont et al. (2013), pois, segundo os autores novilhas Holandesas que parem entre 22 e 26 meses de idade apresentam maior potencial para a produção de leite na Bélgica.

Serjsen (2005), ao avaliar a influência da idade ao primeiro parto sobre a produção e qualidade do leite, e a longevidade produtiva no Reino Unido, relataram que as novilhas que pariram antes dos 22 meses de idade tiveram o desempenho reprodutivo e a composição do leite comprometidos, devido ao desenvolvimento incompleto do sistema reprodutivo e parcial do tecido da glândula mamária e, provavelmente, foram descartadas do rebanho por motivos involuntários, como falha na concepção. Já, as fêmeas que pariram entre 23 e 25 meses de idade, apresentaram boa performance tanto em relação à produção quanto à longevidade.

Já as vacas que tiveram a primeira cria com menos de 21 meses de idade apresentaram a menor média para produção de leite aos 305 dias, indicando que a idade ao primeiro parto é um efeito que influencia tanto a produção de leite quanto a longevidade produtiva (PIRLO; MIGLIOR; SPERONI, 2000; NILFOROOSHAN; EDRISS, 2004). Segundo Ettema e Santos (2004), reduzir a IPP de 24,7 para 21,9 meses de idade diminuirá em torno 4,8% da produção de leite na primeira lactação por vaca. Recentemente, Froidmont et al. (2013) destacaram que vacas de primeira cria com menos de 22 meses de idade apresentaram uma queda de 11% na produção de leite durante a primeira lactação, o que não é desejável em uma propriedade leiteira, principalmente se o produtor receber por litro de leite produzido.

No presente estudo a média de IPP foi de, aproximadamente, 26 meses de idade corroborando o estudo de Brickell et al. (2009) realizado na União Europeia, e inferior a média de 28 meses de idade relatada por Haworth et al. (2008) na Austrália, ambos com vacas Holandesas. Essas variações em relação a IPP podem ser explicadas pelas diferenças genéticas, além da influência do ambiente (manejo nutricional, reprodutivo e sanitário).

De acordo com Archer et al. (2013), a redução da IPP de 27 para 24 meses de idade diminui em 10% as chances da vaca ser descartada precocemente do rebanho. Segundo os autores, os resultados sugerem que a eficiência produtiva está

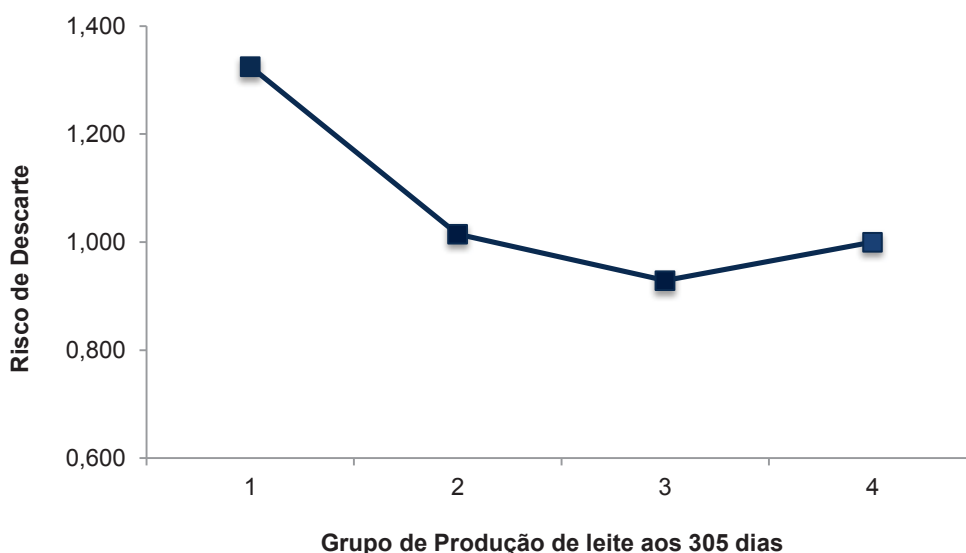
associada à reprodutiva, sendo que, vacas que pariram pela primeira vez entre 22 e 26 meses de idade apresentaram menor risco de serem descartadas do rebanho.

Van Pelt, Jong e Veerkamp (2016) destacaram que, a probabilidade de sobrevivência sempre diminui conforme aumenta a idade ao primeiro parto, principalmente, se o nível produtivo dos animais não aumentar. O que pode explicar o principal motivo dos animais mais velhos (IPP maior do que 30 meses de idade) apresentarem a segunda menor longevidade produtiva no presente estudo.

Em relação ao Risco de Descarte (RD), apresentados nas Figuras 2 e 3, quando este for maior do que um ( $RD > 1$ ) é indicativo de que o alto risco de descarte esta associado com fatores ambientais. Já se o RD for menor do que um ( $RD < 1$ ) significa baixo risco de descarte associado com maior longevidade produtiva (SEWALEM et al., 2005).

A Figura 1 descreve o risco de descarte de acordo com os grupos de produção de leite aos 305 dias de vacas Holandesas no Estado do Paraná na primeira lactação, considerando o Grupo 4 como o de referência.

FIGURA 1: RISCO DE DESCARTE CONFORME O GRUPO DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ



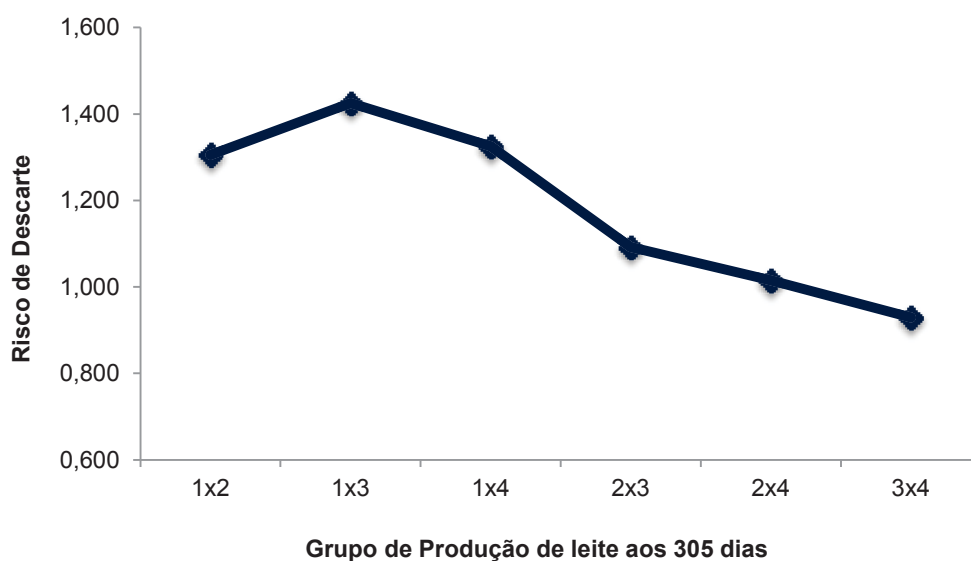
Grupo 1 = L305 menor do que 6.392 kg de leite; Grupo 2 = L305 entre 6.393 e 9.207 kg de leite; Grupo 3 = L305 entre 9.208 e 12.023 kg de leite; Grupo 4 = maior do que 12.024 kg de leite.

Pela Figura 1 pode-se observar que o risco de descarte (RD) antes do terceiro ou quarto parto foi alto para os animais pertencentes aos Grupos 1, 2 e 4. O

alto RD ( $RD > 1$ ) indica que essa característica está fortemente associada a fatores ambientais, como: rebanho, manejo nutricional, reprodutivo e sanitário (SEWALEM et al., 2005). Resultado semelhante foi encontrado por Páčov, Zavadilová e Slkner (2005) em vacas Holandesas da República Tcheca, pois, segundo os autores, o descarte no início da vida produtiva ocorre, normalmente, devido a motivos voluntários, ou seja, baixa produção de leite. Em contrapartida, as fêmeas do grupo 3 apresentaram as maiores chances de chegar ao terceiro ou quarto parto, e o RD indicou que a L305 está associada a alta longevidade produtiva, devido ao valor menor que a unidade (0,929). Em outras palavras, as fêmeas do Grupo 3 apresentaram 0,929 chances a menos de serem descartadas no primeiro parto se comparadas as fêmeas de referência (Grupo 4).

A Figura 2 ilustra o risco de descarte entre os grupos de produção de leite aos 305 dias em vacas Holandesas do Estado do Paraná.

FIGURA 2: RISCO DE DESCARTE ENTRE OS GRUPOS DE PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ



1 vs 2 = Comparo entre o Grupo 1 e 2; 1 vs 3 = Comparo entre o Grupo 1 e 3; 1 vs 4 = Comparo entre o Grupo 1 e 4; 2 vs 3 = Comparo entre o Grupo 2 e 3; 2 vs 4 = Comparo entre o Grupo 2 e 4; 3 vs 4 = Comparo entre o Grupo 3 e 4.

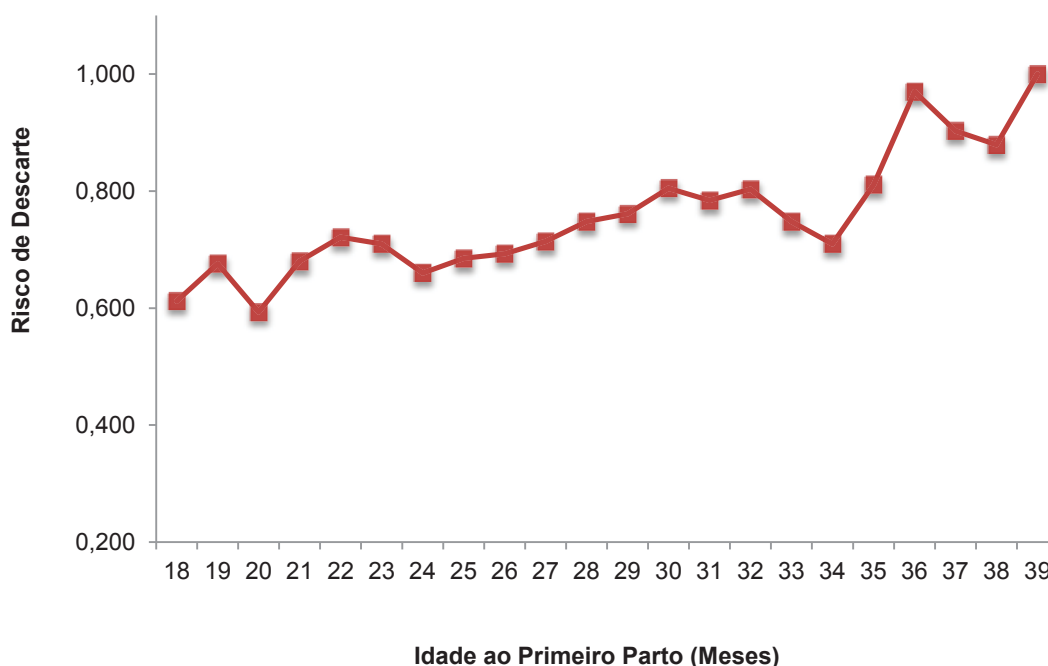
Na Figura 2 nota-se que ao comparar, por meio do teste de Cox ou Riscos Proporcionais, os animais pertencentes ao Grupo 1 apresentaram maior chance de serem descartados antes do terceiro ou quarto parto quando comparados aos



animais do Grupo 2, 3 e 4, indicando que os animais de baixa produção apresentaram maiores chances de serem descartados ( $RD > 1$ ). Resultado semelhante foi encontrado por M'Hamdi et al. (2010), relatando que fêmeas de baixa produção de leite apresentam maior chance de serem descartadas na primeira lactação. O mesmo ocorreu com os animais pertencentes ao Grupo 2, pois quando comparados com as fêmeas dos grupos 3 e 4 o risco de descarte foi alto, 1,092 e 1,015, respectivamente, indicando que as fêmeas com produção entre 6.394 e 9.207 kg de leite na primeira lactação apresentaram maiores chances de serem descartadas do rebanho.

A Figura 3 apresenta os riscos de descarte para a idade ao primeiro parto em vacas Holandesas do Estado do Paraná.

FIGURA 3: RISCO DE DESCARTE CONFORME A IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM VACAS HOLANDESAS DO ESTADO DO PARANÁ



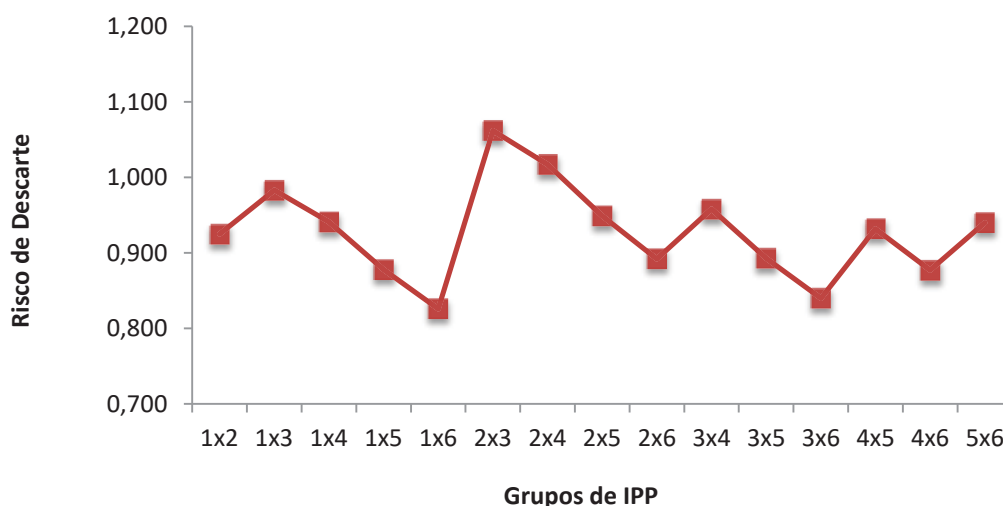
Pela Figura 3 nota-se que conforme a idade ao primeiro parto aumenta, o risco de descarte também aumenta, corroborando os resultados encontrados por Dürr, Monardes e Cue (1999), e M'hamdi et al. (2010) em vacas Holandesas. As fêmeas que pariram pela primeira vez com 20 meses de idade, ou seja, iniciaram a vida reprodutiva com 11 meses de idade, apresentaram o menor risco de descarte (0,593) antes do terceiro ou quarto parto se comparadas as fêmeas que pariram aos

39 meses de idade. Esse resultado indica que o risco de descarte das fêmeas que pariram aos 20 meses de idade está pouco associado aos fatores ambientais de rebanho e produção de leite aos 305 dias, e relacionado a fatores genéticos. Entretanto, segundo Sewalem et al. (2005), o risco de descarte de vacas jovens (IPP menor que 21 meses de idade) pode estar associado a problemas de distocia, ou seja, animais que começam a vida reprodutiva precocemente não apresentam adequado desenvolvimento corporal, além do sistema mamário não estar totalmente desenvolvido para a lactação.

As fêmeas que pariram pela primeira vez com idade acima de 32 meses apresentaram o maior risco de descarte. De acordo com Vukasinovic, Moll e Casanova (2001), Sewalem et al. (2005), e Páchová, Zavadilová e Sölkner (2005), normalmente, as vacas que têm o primeiro parto em idade avançada apresentam problemas de fertilidade, o que resulta em maior risco de descarte.

A Figura 4 mostra a comparação no que se refere ao risco de descarte entre os grupos de idade ao primeiro parto em vacas Holandesas do Estado do Paraná.

FIGURA 4: RISCO DE DESCARTE ENTRE OS GRUPOS DE IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM VACAS HOLANDEAS DO ESTADO DO PARANÁ



Comparação entre os Grupos - Grupo 1 = IPP  $\leq$  21 meses de idade; Grupo 2 = 22  $\leq$  IPP  $\leq$  23 meses de idade; Grupo 3 = 24  $\leq$  IPP  $\leq$  25 meses de idade; Grupo 4 = 26  $\leq$  IPP  $\leq$  27 meses de idade; Grupo 5 = 28  $\leq$  IPP  $\leq$  29 meses de idade; Grupo 6 = IPP  $\geq$  30 meses de idade.

Pela Figura 4 observa-se que, em relação ao Grupo 1 (IPP menor do que 21 meses de idade), o risco de descarte diminuiu de acordo com o aumento da IPP. Esses resultados indicam que os animais pertencentes ao Grupo 1 apresentaram

maior chance de serem descartados voluntariamente se comparados aos animais dos outros grupos. Já, em relação ao Grupo 2 (IPP entre 22 e 23 meses de idade) nota-se que o risco de descarte aumenta comparado com o terceiro grupo (IPP entre 24 e 25 meses de idade) e diminui em relação ao quarto, quinto e sexto grupo, sugerindo que as fêmeas que iniciaram a vida reprodutiva entre 13 e 14 meses apresentaram 1,062, 1,017 mais chances de serem descartadas no primeiro parto se comparadas a vacas do Grupo 3 e 4. No entanto, se comparadas as vacas dos Grupos 5 e 6 o risco diminui, 0,949 e 0,892, respectivamente.

Ainda na Figura 5, observa-se que as fêmeas que foram expostas à reprodução entre 15 e 16 meses de idade apresentaram os menores riscos de serem descartadas se comparadas com as vacas dos Grupos 4, 5 e 6. O mesmo acontece com as vacas do Grupo 4 e do 5 quando comparadas aos outros grupos.

Por meio do Modelo de Regressão de Cox permitiu observar de que forma a IPP e a L305, influenciam a longevidade produtiva de vacas Holandesas no Estado do Paraná. Pode-se notar que o risco de descarte depende tanto do nível de produção de leite, quanto à idade ao primeiro parto, sendo assim, decisões de manejo poderão auxiliar na identificação de animais com maior longevidade produtiva. Além disso, animais extremos não necessariamente são interessantes para o sistema de produção e, portanto, a alta intensidade de seleção para apenas produção de leite, poderá resultar em animais menos longevos, isto é, que não permanecerão nos rebanhos até o terceiro ou quarto parto.

#### **4. CONCLUSÃO**

Para diminuir o risco de descarte na primeira lactação e aumentar a longevidade produtiva de vacas Holandesas, sugere-se que as fêmeas iniciem a vida reprodutiva com idade entre 11 e 17 meses e que apresentem uma produção de leite, em média, de 10.000 kg logo no primeiro parto.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

À Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCB RH) pela concessão do banco de dados e pelo apoio para o desenvolvimento do projeto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHER, S.C.; McCOY, F.; WAPENAAR, W.; GREEN, M.J. Association between somatic cell count early in the first lactation and the longevity of Irish dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2013, v.96, p.2939-2950.
- BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.; McGOWAN, M.M.; WATHES, D.C. Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. **Theriogenology**. 2009, v.72, p.408-416.
- COX, D. R. Regression Models and Life Tables (with Discussion). **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B v.34, p.187-220, 1972.
- DÜRR, J.W.; MONARDES, H.G.; CUE, R.I. Genetic Analysis of Herd Life in Quebec Holsteins using Weibull Models. **Journal of Dairy Science**. 1999, v.82, p.2503-2513.
- ETTEMA, J.F.; SANTOS, J.E.P. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health and income in first-parity Holsteins on commercial farms. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.2730-2742.
- FROIDMONT, E.; MAYERES, P.; PICRON, P.; TURLOT, A.; PLANCHON, V.; STILMANT, D. Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. **The Animal Consortium**. 2013, v. 7, p.665-672.
- HAWORTH, G.M.; TRANTER, W.P.; CHUCK, J.N.; CHENG, Z.; WATHES, D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. **Veterinary Record**. 2008, v.162, p.643-647.
- M'HAMDI, N.; ALOULOU, R.; BOUALLEGUE, M.; BRAR, S.K.; HAMOUDA, M.B. Study on functional longevity of Tunisian Holstein dairy cattle using Weibull proportional hazard model. **Livestock Science**. 2010, v.132, p.173-176.
- MÉSZÁROS, G.; WOLF, J.; KADLECÍK, O. Factors affecting the functional length of productive life in Slovak Pinzgau cows. **Czech Journal Animal Science**. 2008, v.53, p.91-97.
- MEYER, M.J.; EVERETT, R.W.; Van AMBURGH, M.E. Reduced age at first calving: effects on lifetime production, longevity and profitability. In: DAIRY DAY, 2004, Kansas State University, Manhattan. **Proceedings...** Editora: Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 2004. p.42-52. Disponível no site: <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/6712>. Acessado em 12 de dezembro de 2018.

NILFOROOSHAN, M.A.; ED RISS, M.A. Effect of age at first calving on some productivity and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.2130-2135.

PÁCHOVÁ, E.; ZAVADILOVÁ, L.; SOLKNER, J. Genetic evaluation of the length of productive life in Holstein cattle in the Czech Republic. **Czech Journal Animal Science**. 2005, v.50, p.493-498.

PIRLO, G.; MIGLIOR, F.; SPERONI, M. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing cost in Italian Holsteins. **Journal of Dairy Science**. 2000, v.83, p.603-608.

PRITCHARD, T.; COFFEY, M.; MRODE, R.; WALL, E. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. **The Animal Consortium**. 2012, v. 7, p.34-46.

SAS Institute Inc. 2018. *SAS/SAT® 9.4 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SERJSEN, K. 2005. Mammary Development. In *Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving* (ed. PC Garnsworthy), pp. 237–251. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

SEWALEM, A.; KISTEMAKER, G.J.; DUCROCQ, V.; Van DOORMAAL, B.J. Genetic Analysis of Herd Life in Canadian Dairy Cattle on a Lactation Basis Using a Weibull Proportional Hazards Model. **Journal of Dairy Science**. 2005, v.88, p.368-375.

VanPELT, M.L.; JONG, G.; VEERKAMP, R.F. Changes in the genetic level and the effects of age at first calving and milk production on survival during the first lactation over the last 25 years. **The Animal Consortium**. 2016, v.10:12, p.2043-2050.

VUKASINOVIC, N.; MOLL, J.; CASANOVA, L. implementation of a routine genetic evaluation for longevity based on survival analysis techniques in dairy cattle in Switzerland. **Journal of Dairy Science**. 2001, v.84, p.2073-2080.

WATHES, D.C.; BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.E.; SWALI, A.; CHENG, Z. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. **The Animal Consortium**. 2008, v. 2:8, p. 1135-1143.

WATHES, D.C.; POLLOTT, G.E.; JOHNSON, K.E.; RICHARDSON, H.; COOKE, J.S. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. **The Animal Consortium**. 2014, v. 8, p. 91-104.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A longevidade produtiva pode ser definida como primeiro dia de lactação até o último dia de lactação da vaca, e nesse estudo foi definido como primeiro dia de lactação do primeiro parto até o último dia de lactação do terceiro ou do quarto parto, dependendo do estágio final de lactação da vaca. No entanto, essa característica é pouco valorizada hoje em rebanho leiteiros brasileiros, o que pode ser explicado pela falta de informação de como e porque a longevidade produtiva poderá incrementar o lucro da propriedade leiteira.

Uma maneira de incrementar a longevidade produtiva do rebanho é manejar o início da vida reprodutiva dos animais, ou seja, fazer com que os animais comecem a vida reprodutiva entre 11 e 17 meses de idade. Produtores de leite, em sua grande maioria, acreditam que quanto antes submeterem os animais à reprodução, maior será o retorno econômico ao final do ciclo de produção. No entanto, nesse presente estudo observou-se que vacas que tiveram a primeira cria com menos de 20 meses de idade apresentaram alto risco de descarte, devido a problemas reprodutivos ao decorrer da lactação ou em função da baixa produção de leite.

Além disso, em propriedades leiteiras o descarte voluntário por baixa produção de leite é frequentemente realizado. Porém, animais extremos, de alta produção, requerem uma dieta de alta qualidade e muitas vezes, devido à alta produção de leite, falham reprodutivamente. Por isso, expor às vacas a reprodução no momento certo é essencial para o aumento da lucratividade na propriedade sem comprometer o desempenho reprodutivo e produtivo futuro dos animais.

Adicionar a característica longevidade nos índices econômicos brasileiros é essencial para aumentar a rentabilidade nas propriedades leiteiras. Iniciar a vida reprodutiva das vacas com a idade adequada e valorizar o tempo de permanência desses animais no rebanho é importante para obter-se um ganho genético, relativamente, expressivo em longevidade no Brasil. Como no Brasil os produtores ainda recebem por volume de leite, essa característica deve ser mantida nos índices de seleção, porém sugere-se que sejam adicionadas características que definem a longevidade.

Atualmente, países como os Estados Unidos e Canadá, já desenvolveram índices que englobam a característica longevidade, Total Performance Index (TPI) e Lifetime Performance Index (LPI), respectivamente, que valorizam características que definem longevidade, como a vida produtiva (4%), a habitabilidade (3%) e a vida em rebanho (2%), em diferentes ponderações baseando-se na realidade econômica desses países. Esses países já deixaram de valorizar apenas a seleção para o aumento do volume de leite produzido, e passaram a priorizar, também, características que afetam o bem-estar, fertilidade, longevidade e saúde animal.

Portanto, uma solução para o incremento da longevidade no Brasil é a adição dessa característica nos índices de seleção e a explicação aos produtores do porque do uso dessa característica no seu dia-a-dia, por meio de resultados de pesquisa que relacionam não só o que se refere ao melhoramento genético animal, mas também a questão econômica.

## REFERÊNCIAS

- ACHER, S.C.; McCOY, F.; WAPENAAR, W.; GREEN, M.J. Association between somatic cell count early in the first lactation and the longevity of Irish dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2013, v.96, p.2939-2950.
- ALLISON, P.D. **Survival Analysis using SAS: A practical guide**. 2.ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2010.
- ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; ALEGRANSI, L.; NAVARRO, R.B.; VALLOTO, A.A.; HORST, J.A. Culling reasons and the association of herd size and milk yield with culling rates in dairy herds in Southern Brazil. American Dairy Science Association & American Society of Animal Science Joint Annual Meeting, 15 a 19 de julho, Phoenix, Arizona, Estados Unidos, J. Anim. Sci., v.90, E-Suppl.1 / J. Dairy. Sci., v.95, E-Suppl.1. 2012.
- BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.; MCGOWAN, M.M.; WATHES, D.C. Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. **Theriogenology**. 2009, v.72, p.408-416.
- BRICKELL, J.S.; WATHES, D.C. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. **Journal of Dairy Science**. 2011, v.94, p. 1831–1838.
- CAETANO, S.L. **Estudo da idade da vaca ao último parto para avaliar longevidade em rebanhos da raça Nelore por análise de sobrevivência**. 2011. 111f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2011.
- CHARFEDDINE, N.; PÉREZ-CABRAL, M.A. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. 2017, v.100, p.653-665.
- CLASEN, J.B.; NORBERG, E.; MADSEN, P.; PEDERSEN, J.; KARGO, M. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 2017, v.100, p.6337-6342.
- COLOSIMO, E.A.; GIOLO, S.R. **Análise de Sobrevivência Aplicada**. 1ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- COOKE, J.; CHENG Z.; BOURNE, N.; WATHES, D. Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. **Journal of Animal Science**. 2013, v.3, p.1–12.
- COX, D. R. Regression Models and Life Tables (with Discussion). **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B v.34, p.187-220, 1972.



COX, D.R.; SNELL, E.J. Applied Statistics. Science Paperbacks. Chapman and Hall, London. 1981.

CRUICKSHANK, J.; WEIGEL, K.A.; DENTINE, M.R.; KIRPATRICK, B.W. Indirect prediction of Herd Life in Guernsey dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.85, p.1307-1313, 2002.

De PAULA, S. **Longevidade e descarte de vacas leiteiras em rebanhos de Arapoti, Paraná**. 2018. 56f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2018.

DUCROCQ, V. **An analysis of length of productive life in dairy cattle**. Dissertation. Cornell University, Ithaca, New York, USA, 1987.

DUCROCQ, V.; QUAAS, R. L.; POLLAK, E. J.; CASELLA, G. Length of productive life of dairy cows. I. Justification of a Weibull model. **Journal Dairy Science**. 1988, v.71, n.11, p.3061-3070.

DUCROCQ, V. Survival analysis, a statistical tool for longevity data. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 48, 1997, Vienna, Austria. **Proceedings...** Vienna, Austria: [s.n], 1997.

DUCROCQ,V. An improved model for the French genetic evaluation of dairy bulls on length of productive life of their daughters. **Animal**. 2005, v.3, p. 249-256.

DÜRR, J.W.; MONARDES, H.G.; CUE, R.I. Genetic Analysis of Herd Life in Quebec Holsteins using Weibull Models. **Journal of Dairy Science**. 1999, v.82, p.2503-2513.

ETTEMA, J.F.; SANTOS, J.E.P. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health and income in first-parity Holsteins on commercial farms. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.2730-2742.

FROIDMONT, E.; MAYERES, P.; PICRON, P.; TURLLOT, A.; PLANCHON, V.; STILMANT, D. Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. **The Animal Consortium**. 2013, v. 7, p.665-672.

GALEAZZI, P.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, J.A.I.I.V.; ASPILCUETA-BORQUIS, R.R.; CAMARGO, G.M.F.; TONHATI, H. Genetic parameters for stayability in Murrah buffaloes. **Journal of Dairy Research**. 2010, v.77, p.252-256.

HAWORTH, G.M.; TRANTER, W.P.; CHUCK, J.N.; CHENG, Z.; WATHES, D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. **Veterinary Record**. 2008, v.162, p.643-647.

HAWORTH, G.M.; TRANTER, W.P.; CHUCK, J.N.; CHENG, Z.; WATHES, D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime

productivity and longevity in dairy cows. **The Veterinary Record**. 2013, v. 162, p.643-647.

HUDSON, G. F. S.; VAN VLECK, L. D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**. 1981, v. 64, p. 2246-2250.

JAIRATH, L.; DEKKERS, J.C.M.; SCHAEFFER, L.R.; LIU, Z.; BURNSIDE, E.B.; KOLSTAD, B. Genetic evaluation for herd life in Canada. **Journal of Dairy Science**. 1998, v.81, p.550-562.

KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observation. **Journal of the American Statistical Association**. 1958, v.53, n. 282, p.457-481.

KERN, E.L.; COBUCCI, J.A.; COSTA, C.N.; NETO, J.B.; PICCOLI, M.L. Parâmetros genéticos para diferentes medidas de longevidade em vacas da raça holandesa, utilizando modelos linear e limiar. In: X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 2013, Uberaba. **Anais...** 2013.

KERN, E.L.; COBUCCI, J.A.; COSTA, C.N.; DUCROCQ, V. Survival analysis of productive life in Brazilian Holstein using a piecewise Weibull proportional hazard model. **Livestock Science**. 2016. v.185, p. 89-96.

KERN, E.L. **Avaliação genética da longevidade em vacas da raça Holandesa usando um modelo de riscos proporcionais Weibull**. 2017. 154f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2017.

LARROQUE, H.; DUCROCQ, V. Relationship between type and longevity in the Holstein breed. **Génétique, sélection, évolution**. 2001, v.33, p. 39-59.

LAWLOR, T. Total Performance Index (TPI): Keeping up with changing times. **Focus on Genetic**. 2017. Disponível em: [http://www.holsteinusa.com/pdf/genomic\\_ref\\_info/Total\\_Performance\\_Index\\_TPI\\_Keeping\\_Up\\_with\\_the\\_Changing\\_Times.pdf](http://www.holsteinusa.com/pdf/genomic_ref_info/Total_Performance_Index_TPI_Keeping_Up_with_the_Changing_Times.pdf). Acesso: 18 janeiro 2019.

M'HAMDI, N.; ALOULOU, R.; BOUALLEGUE, M.; BRAR, S.K.; HAMOUDA, M.B. Study on functional longevity of Tunisian Holstein dairy cattle using a Weibull proportional hazard model. **Livestock Science**. 2010, v.132, p.173-176.

MANTEL, N. Evaluation of survival data and two new rank order statistics arising in its consideration. **Cancer Chemotherapy Reports**. 1966, v.50, p.163-170.

MATURANA, E.L.; UGARTE, E.; GONZÁLEZ-RECIO, O. Impact of calving ease on functional longevity and herd amortization costs in Basque Holsteins using survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2007, v.90, p.4451-4457.

MÉSZÁROS, G.; WOLF, J.; KADLECÍK, O. Factors affecting the functional length of productive life in Slovak Pinzgau cows. **Czech Journal Animal Science**. 2008, v.53, p.91-97.

MEYER, M.J.; EVERETT, R.W.; Van AMBURGH, M.E. Reduced age at first calving: effects on lifetime production, longevity and profitability. In: DAIRY DAY, 2004, Kansas State University, Manhattan. **Proceedings...** Editora: Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 2004. p.42-52. Disponível no site: <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/6712>. Acessado em 12 de dezembro de 2018.

MILLER, R.H.; KUHN, M.T.; NORMAN, H.D.; WRIGHT, J.R. Death losses for lactation cows in herds enrolled in dairy herd improvement test plans. **Journal of Dairy Science**. 2008. v.91, p.3710-3715.

MRODE, R.A.; SWANSON, G.J.T.; LINDBERG, C.M. Genetic correlations of somatic cell count and conformation traits with herd life in dairy breeds, with an application to national genetic evaluations for herd life in the United Kingdom. **Livestock Production Science**. 2000, v. 65, p. 113–130.

MODRE, R.A. Survival Analysis. In: MODRE, R.A. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 3 ed. London: British Library, 2014. p 240-250.

NAJAFABADI, H.A.; MAHYARI, S.A.; EDRISS, M.A.; STRAPAKOVA, E. Genetic analysis of productive life length in Holstein dairy cows using Weibull proportional risk model. **Archives Animal Breeding**. 2016, v.59, p.387-393.

NEERHOF, H.J.; MADSEN, P.; DUCROCQ, V.P.; VOLLEMA, A.R.; JENSEN, J.; KORSGAARD, I.R. Relationship between mastitis and functional longevity in Danish Black and White dairy cattle estimated using survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2000, v.83, p.1064-1071.

NILFOROOSHAN, M.A.; ED RISS, M.A. Effect of age at first calving on some productivity and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.2130-2135.

NORMAN, H.D.; WRIGHT, J.R.; HUBBARD, S.M.; MILLER, R.H.; HUTCHLSON, J.L. Reproductive status of Holstein and jersey cows in United States. **Journal of Dairy Science**. 2009. v.93, p.2250-2261.

NORMAN, H.D.; WALTON, L.M. Reasons that cows in dairy herd improvement programs exit the milking herd. 2013. Disponível em: <https://www.cdcb.us/publish/dhi/current/cullall.html>. Acessado em Abril de 2018.

PÁCHOVÁ, E.; ZAVADILOVÁ, L.; SOLKNER, J. Genetic evaluation of the length of productive life in Holstein cattle in the Czech Republic. **Czech Journal Animal Science**. 2005, v.50, p.493-498.

PÉREZ-CABAL, M.A.; GARCÍA, C.; GONZÁLEZ-RECIO, O. Genetic and phenotypic relationships among locomotion type traits, production, longevity, and fertility in Spanish dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2006. v.89, p.1776-1783.

PIRLO, G.; MIGLIOR, F.; SPERONI, M. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing cost in Italian Holsteins. **Journal of Dairy Science**. 2000, v.83, p.603-608.

PRITCHARD, T.; COFFEY, M.; MRODE, R.; WALL, E. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. **The Animal Consortium**. 2012, v. 7, p.34-46.

ROGERS, G.W.; McDANIEL, B.T.; DENTINE, M.R.; JOHNSON, L.P. Relationships among survival rates, predicted differences for yield, and linear type traits. **Journal of Dairy Science**. 1988, v.71, p.214-222.

SAMORÉ, A.B.; SCHNEIDER, M.P.; CANAVESI, F.; BAGNATO, A.; GROEN, A.F. Relationship between somatic cell count and functional longevity assessed using survival analysis in Italian Holstein-Friesian cows. **Livestock Production Science**. 2003, v.80, p.221-220.

SAMORÉ, A.B.; RIZZI, R.; ROSSONI, A.; BAGNATO, A. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. **Italian Journal of Animal Science**. 2010, v.9, p.145-152.

SAS Institute Inc. 2018. *SAS/SAT® 9.4 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SASAKI, O. Estimation of genetic parameters for longevity traits in dairy cattle: A review with focus on the characteristics of analytical models. **Animal Science Journal**. 2013, v. 84, n. 6 p. 449-460.

SCHNEIDER, M. P.; DURR, J.W.; CUE, R.I.; MONARDES, H.G. Impact of type traits on functional herd life of Quebec Holstein assessed by survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2003, v.86, p.4083-4089.

SERJSEN, K. 2005. Mammary Development. *In* Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving (ed. PC Garnsworthy), pp. 237–251. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

SEWALEM, A.; KISTEMAKER, G.J.; DUCROCQ, V.; VanDOORMAAL, B.J. Genetic analysis of herd life in Canadian dairy cattle on a lactation basis using a Weibull proportional hazards model. **Journal Dairy Science**. 2005, v.88, p.368-375.

SEWALEM, A.; MIGLIOR, F.; KISTEMAKER, G.J.; SULLIVAN, P.; DOORMAAL, B.J. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 2008, v.91, p.1660-1668.

SEWALEM, A.; MIGLIOR, F.; KISTEMAKER, G.J. Analysis of the relationship between workability traits and functional longevity in Canadian dairy breeds. **Journal of Dairy Science**. 2010, v.93, p.4359-4365.

SHERWIN, V.E.; HUDSON, C.D.; HENDERSON, A.; GREEN, M.J. The association between age at first calving and survival of first lactation heifers within dairy herds. **The Animal Consortium**. 2016, v. 10, p. 1877-1882.

STEFANI, G.; EI FARO, L.; SANTANA JÚNIOR, M.L.; TONHATI, H. Association of longevity with type traits, milk yield and udder health in Holstein cows. **Livestock Science**. 2018, v.218, p.1-7.

TERAWAKI, Y.; KATSUMI, T.; DUCROCQ, V. Development of a survival model with piecewise Weibull baselines for the analysis of length of productive life of Holstein cows in Japan. **Journal of Dairy Science**. 2006, v. 89, p.4058-4065.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I.; LAWLOR, T.J. Genetic correlations among production, body size, udder, and productive life traits over time in Holsteins. **Journal of Dairy Science**. 2004, v.87, p.1457-1468.

VACEK, M.; STÍPKOVÁ, M.; NEMCOVÁ, E.; BOUSKA, J. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. **Czech Journal of Animal Science**. 2006, v.8, p.327-333.

VanPELT, M.L.; MEUWISSEN, T.H.E.; De JONG, G.; VEERKAMP, R.F. Genetic analysis of longevity in Dutch dairy cattle using random regression. **Journal of Dairy Science**. 2015, v.98, p.4117-4130.

VanPELT, M.L.; JONG, G.; VEERKAMP, R.F. Changes in the genetic level and the effects of age at first calving and milk production on survival during the first lactation over the last 25 years. **The Animal Consortium**. 2016, v.10:12, p.2043-2050.

VARGAS, A.D.F.; EI FARO, L.; CARDOSO, V.L.; MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. Estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e em 305 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2008, v.35, p.1959-1965.

VARGAS, B.; GROEN, A.F.; HERRERO, M.; VanARENDONK, J.A.M. Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. **Livestock Production Science**. 2002, v.75, p.101-116.

VERNEQUE, R.S.; VERONEZE, R.; PANETTO, J.C.C.; SILVA, M.V.G.B.; TORAL, F.L.B. A contribuição do melhoramento animal para a pecuária de leite. In: VILELA, D.; FERREIRA, R.P.; FERNANDES, E.N.; JUNTOLLI, F.V. **Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p.255-264.

VUKASINOVIC, N.; MOLL, J.; CASANOVA, L. implementation of a routine genetic evaluation for longevity based on survival analysis techniques in dairy cattle in Switzerland. **Journal of Dairy Science**. 2001, v.84, p.2073-2080.

WATHES, D.C.; BRICKELL, J.S.; BOURNE, N.E.; SWALI, A.; CHENG, Z. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. **The Animal Consortium**. 2008, v. 2:8, p. 1135-1143.

WATHES, D.C.; POLLOTT, G.E.; JOHNSON, K.E.; RICHARDSON, H.; COOKE, J.S. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. **The Animal Consortium**. 2014, v. 8, p. 91-104.

WEBER, A.; STAMER, E.; JUNGE, W.; THALLER, G. Genetic parameters for lameness and claw and leg diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2013, v.96, p.3310-3318.

WEIBULL, W. A Statistical Distribution of Wide Applicability. **Journal of Applied Mechanics**. 1951, v.18, p.293-297.

WEIGEL, K.A.; LAWLOR, T.J.; VanRADEN, P.M.; WIGGANS, G.R. Use of linear type and production data to supplement early predicted transmitting abilities for productive life. **Journal of Dairy Science**. 1998, v.81, p.2040-2044.

WEIGEL, K.A.; PALMER, R.W.; CARAVIELLO, D.Z. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. **Journal of Dairy Science**. 2003, v. 86, p. 1482-1486.

ZAVADILOVÁ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. **Czech Journal of Animal Science**. 2012, v. 57, n. 3, p. 125-136.